«Un libro a la vez deslumbrante y aterrador.» Antonio Muñoz Molina

Planeta silencioso

LAS CONSECUENCIAS DE UN MUNDO SIN INSECTOS

DAVE GOULSON

CRÍTICA

Índice

Portada
Sinopsis
Portadilla
Dedicatoria
Introducción Una vida entre insectos
Primera parte. Por qué los insectos son tan importantes
Lema
1. Breve historia de los insectos
2. La importancia de los insectos
3. Criaturas maravillosas
Segunda parte. El declive de los insectos
4. Pruebas del declive de los insectos
5. Líneas de base cambiantes
Tercera parte. Causas del declive de los insectos
Lema
6. La pérdida del hogar
7. Tierra envenenada
8. Malas hierbas
9. Desierto verde
10. La caja de Pandora
11. La tormenta que se aproxima
12. Una bola de Navidad en medio del espacio
13. Invasiones
14. Incertezas conocidas y desconocidas
15. Mil cosas que te pueden matar
Cuarta parte. ¿Adónde nos dirigimos?
Lema
16. El futuro que nos espera
Quinta parte. ¿Qué podemos hacer?

Lema
17. Concienciación
18. Ciudades más verdes
19. El futuro de la agricultura
20. Naturaleza por doquier
21. Todos podemos hacer algo
Agradecimientos
Lecturas adicionales
Notas
Créditos

Visita Planetadelibros.com y
descubre una
nueva forma de disfrutar de
la lectura

¡Regístrate y accede a contenidos

exclusivos!

Primeros capítulos
Fragmentos de próximas publicaciones

Clubs de lectura con los autores
Concursos, sorteos y promociones
Participa en presentaciones de libros

PlanetadeLibros

Comparte tu opinión en la ficha del libro
y en nuestras redes sociales:

Sinopsis

«Si perdemos a los insectos, todo se derrumbará», con esta contundente afirmación Dave Goulson advirtió en una entrevista reciente en *The New York Times* sobre el enorme impacto que tendría su desaparición. El científico, que lleva más de treinta años investigando a estos animales y la evidencia de una caída alarmante en su número en todo el mundo, señala que la gran crisis comenzaría con la falta de suministro de alimentos a los humanos.

Goulson explora la conexión intrínseca entre el cambio climático, la naturaleza, la vida silvestre y la disminución de la biodiversidad; y analiza el impacto dañino por el uso excesivo de insecticidas y fertilizantes para la tierra y sus habitantes. Pero no se limita solo a señalar los problemas, sino que propone varias soluciones que pasan por estar informados y actuar para poder revertir la situación.

Planeta silencioso, que ya desde su título remite el clásico de Rachel Carson, *Primavera silenciosa*, es un libro delicioso escrito por una autoridad mundial en materia de biodiversidad pero también por un gran narrador que logra contagiarnos de su amor por estos seres vivos esenciales para la vida tal y como la conocemos, a la vez que hace un llamamiento para detener su declive, salvar nuestro mundo y, en última instancia, a nosotros mismos.

Planeta silencioso

Las consecuencias de un mundo sin insectos

Dave Goulson

Traducción de Pedro Pacheco González

CRÍTICA

Para mi loca, hermosa y exasperante familia
y, sobre todo, para mi amada esposa Lara.

Introducción
Una vida entre insectos

Desde niño, siento una gran fascinación por los insectos. Uno de mis primeros recuerdos es el hallazgo, cuando tenía cinco o seis años, de unas orugas en el patio de la escuela. Tenían rayas amarillas y negras y se alimentaban de las hierbas que crecían en las grietas del borde del pavimento. Las recogí, las coloqué entre las migajas que quedaban en mi fiambrera vacía y me las llevé a casa. Con la ayuda de mis padres, encontré las hojas adecuadas para alimentarlas y, al final, las orugas se transformaron en unas hermosas polillas de color magenta y negro (los lectores europeos sabrán que hablo de las polillas cinabrio). Me pareció algo mágico... y me lo sigue pareciendo. Me enganché inmediatamente.

Desde entonces, me las he arreglado para ganarme la vida con la afición de mi infancia. Durante mi adolescencia, me pasé todos los fines de semana y las vacaciones persiguiendo mariposas con una red, colocando azúcar en lugares estratégicos para atrapar polillas y haciendo agujeritos en el suelo que utilizaba como trampas para capturar escarabajos. Compré huevos de polillas exóticas a un especialista que los vendía por correo y vi cómo de ellos nacían extrañas orugas con los colores del arcoíris, que crecieron para convertirse finalmente en polillas enormes y espléndidas. Eran mariposas luna de la India, de color verde y con sus características prolongaciones de las alas posteriores. También compré polillas pavo real de Madagascar, con sus peculiares ojos falsos, y la especie más grande de todas, la gigantesca mariposa atlas de color chocolate, procedente del Sudeste Asiático. Era inevitable, pues, que cuando me matriculé en la Universidad de Oxford escogiera estudiar biología. Más adelante hice mi tesis

doctoral sobre la ecología de las mariposas en Oxford Brookes, una universidad nada elitista, encaramada en una colina al este de Oxford. Me las arreglé para poder realizar diversas investigaciones: primero, en la Universidad de Oxford estudié los extraordinarios hábitos de apareamiento de los escarabajos del reloj de la muerte, y luego, en un laboratorio del gobierno, situado también en Oxford, estudié formas de controlar las plagas de polillas mediante la fumigación de virus sobre los cultivos. Dado que no me gustaba matar insectos, odiaba este último trabajo y me sentí enormemente aliviado cuando me ofrecieron un puesto permanente en el Departamento de Biología de la Universidad de Southampton.

Fue entonces cuando empecé a especializarme en abejorros, para mí el insecto más adorable de todos (y eso que tienen una gran competencia para ganarse ese halago). Me fascinaba cómo elegían qué flores visitar y me pasé cinco años intentando desvelar cómo evitaban las flores vacías al percibir el leve olor dejado por los pies olorosos de algún otro abejorro que había pasado recientemente por allí. Aprendí que, detrás de su apariencia de osito de peluche torpón, los abejorros son muy inteligentes. Son los gigantes intelectuales del mundo de los insectos, capaces de navegar y memorizar ubicaciones de puntos de referencia y de zonas en las que crecen flores, de extraer eficazmente las recompensas ocultas que guardan esas preciosas flores y de vivir en colonias sociales complejas en las que el regicidio es algo común. En comparación con ellos, las mariposas que cazaba de joven me parecían unas criaturas hermosas, pero poco espabiladas.

En mi constante búsqueda de insectos, he tenido la suerte de viajar por todo el mundo, desde los desiertos de la Patagonia hasta los picos helados de Fiordland en Nueva Zelanda y las montañas húmedas y boscosas de Bután. He podido observar nubes de mariposas alas de pájaro sorbiendo minerales de las orillas lodosas de un río de Borneo y miles de luciérnagas emitiendo destellos en sincronía en los pantanos de Tailandia. En el jardín de mi casa de Sussex me he pasado incontables horas tumbado sobre mi estómago, observando a un saltamontes macho cortejar a una hembra y ahuyentar a sus rivales, a las tijeretas atender a sus crías,

a las hormigas «ordeñar» a los pulgones para obtener la melaza que excretan y a las abejas cortadoras de hojas hacer honor a su nombre para forrar sus nidos.

Me lo he pasado muy bien. Pero ahora me preocupa enormemente el hecho de que el número de insectos es cada vez menor. Han pasado cincuenta años desde que atrapé aquellas orugas en el patio de la escuela y cada año que pasa veo que hay menos mariposas, menos abejorros, menos o casi ninguna de los miles de especies de estos pequeños seres que hacen que el mundo funcione. Estas hermosas y fascinantes criaturas están desapareciendo, hormiga a hormiga, abeja a abeja, día a día. Los cálculos realizados varían mucho y son muy inexactos, pero es muy posible que la población general de insectos haya disminuido un 75 % desde que yo tenía cinco años. Cada año que pasa, las pruebas científicas son más sólidas y se publican más artículos sobre el declive de las poblaciones de mariposas monarca en Norteamérica, la desaparición de los insectos de los bosques y praderas de Alemania o la aparentemente inexorable reducción de la superficie que ocupan los abejorros y sírfidos (moscas de las flores) en el Reino Unido.

En 1962, tres años antes de que yo naciera, Rachel Carson nos advirtió en su libro *Primavera silenciosa* sobre el daño terrible que estábamos causando a nuestro planeta. Lloraría si pudiera ver cuánto ha empeorado la situación. Una gran parte de los hábitats ricos en poblaciones de insectos como praderas, pantanos, páramos y pluviselvas tropicales han sido arrasados, quemados o convertidos en campos agrícolas. Los problemas que suponían los pesticidas y los fertilizantes que tanto alarmaron a Carson se han agudizado; se calcula que cada año vertemos 3 millones de toneladas de pesticidas en el medioambiente. Algunos de estos nuevos productos son miles de veces más tóxicos para los insectos que cualquiera de los que existían en tiempo de Carson. Los suelos se han degradado, los ríos se han ido asfixiando por culpa del limo y han sido contaminados con productos químicos. El cambio climático, un fenómeno desconocido en su tiempo, amenaza ahora con agravar la destrucción de nuestro planeta enfermo. Todos estos

cambios se han producido durante nuestra vida, ante nuestros ojos, y se están acelerando.

El declive de los insectos es algo terriblemente triste para aquellos que amamos a estas pequeñas criaturas y las valoramos por lo que son, pero también amenaza el bienestar humano, ya que los necesitamos para que polinicen nuestros cultivos, reciclen el estiércol, las hojas y los cadáveres, mantengan el suelo sano, controlen las plagas y muchas, muchas cosas más. Muchos animales de mayor tamaño como aves, peces y anfibios, dependen de ellos para alimentarse. Las flores silvestres necesitan ser polinizadas por estas criaturas. Al mismo tiempo que los insectos van desapareciendo, nuestro mundo se irá deteniendo lentamente, ya que no puede funcionar sin ellos. Tal como lo dijo Rachel Carson, «el hombre forma parte de la naturaleza, y su guerra contra ella es inevitablemente una guerra contra sí mismo».

En la actualidad, paso una gran parte de mi tiempo intentando convencer a otras personas para que amen a los insectos y se preocupen por ellos, o que al menos los respeten por la inmensa cantidad de cosas fundamentales que hacen. Esa, por supuesto, es la razón por la que escribí este libro. Pretendo que el lector vea a los insectos como lo hago yo: como seres hermosos, sorprendentes, en algunas ocasiones sobrecogedoramente extraños y siniestros en otras, pero siempre maravillosos y merecedores de nuestra estima. Creo que le asombrará descubrir cuáles son algunos de sus hábitats, sus ciclos vitales y sus comportamientos más peculiares, que hacen que la imaginación de los escritores de ciencia ficción parezca mundana. Durante nuestro viaje por el mundo de los insectos, su historia evolutiva, su importancia y las muchas amenazas a las que se enfrentan, encontraremos unos pequeños interludios entre capítulo y capítulo, en los que hablo brevemente de las vidas de algunos de mis insectos favoritos.

Aunque el tiempo *se* agota, aún no es demasiado tarde para actuar. Nuestros insectos necesitan nuestra ayuda. Muchos todavía no se han extinguido, y si les damos algo de espacio podrán recuperarse, ya que se reproducen rápidamente. Los insectos viven a nuestro alrededor: en nuestros jardines, parques, granjas, en el

suelo que pisamos e incluso entre las grietas del pavimento de la ciudad, por lo que todos nosotros podemos cuidar de ellos y asegurarnos de que estas fundamentales criaturas no desaparezcan. Puede que creamos que no podemos hacer nada ante muchos de los problemas medioambientales que se ciernen sobre nuestro horizonte, pero todos podemos tomar medidas sencillas para favorecer la proliferación de los insectos.

Creo que necesitamos que se produzca un cambio profundo. Deberíamos facilitar que más insectos visiten nuestros jardines y parques, convertir nuestras áreas urbanas y los arcenes de las carreteras, los taludes de los desmontes realizados para que pasen las vías ferroviarias y las rotondas en una red de hábitats llenos de flores y sin pesticidas. Necesitamos cambiar radicalmente nuestro inapropiado sistema de suministro de alimentos, reducir el desperdicio de comida y el consumo de carne para que de ese modo podamos reservar zonas extensas de tierra poco productiva para la naturaleza. Debemos desarrollar sistemas agrícolas auténticamente sostenibles, centrados en producir alimentos en sintonía con la naturaleza, en lugar de sembrar en vastos y estériles monocultivos empapados de pesticidas y fertilizantes. Todos podemos ayudar a impulsar estos cambios de muchas formas: comprando y consumiendo frutas y verduras ecológicas, de temporada y de proximidad; cultivando nuestro propio alimento; votando a políticos que se tomen el medioambiente muy en serio y educando a nuestros hijos en la necesidad urgente de cuidar mejor de nuestro planeta.

Imagine un futuro en el que nuestras ciudades y pueblos sean verdes, que cada espacio libre esté lleno de flores silvestres, árboles frutales y otros con flores, azoteas y paredes verdes; donde a los niños y niñas les resulte familiar el estridor de los saltamontes, el canto de los pájaros, el zumbido de los abejorros o el destello multicolor de las alas de las mariposas. Esas ciudades estarán rodeadas de granjas pequeñas y biodiversas que producirán frutas y verduras sanas cuyas flores serán polinizadas por una gran variedad de insectos silvestres. Ciudades en las que las plagas serán controladas gracias a todo un ejército de enemigos naturales, y una

miríada de organismos edáficos se encargarán de que los suelos gocen de buena salud y de que se mantengan los depósitos de carbono. Más allá de las ciudades, los nuevos proyectos de resilvestración ofrecerán oportunidades de ocio para aquellos que deseen explorar los humedales repletos de libélulas y sírfidos, las praderas floridas y los bosques, todos ellos llenos de vida. Puede que esto parezca una fantasía, pero en nuestro planeta hay espacio suficiente para que todos vivamos nuestras vidas plenamente, para que nos alimentemos de forma sana y para que tengamos un planeta vibrante, verde y lleno de vida. Lo único que tenemos que hacer es aprender a vivir siendo parte de la naturaleza, no como algo ajeno a ella, y el primer paso para conseguirlo es empezar a cuidar de los insectos, esas pequeñas criaturas que hacen que el mundo que compartimos con ellos siga funcionando.

Primera parte
Por qué los insectos son tan importantes

Me temo que a la mayoría de las personas no les gustan mucho los insectos. De hecho, iría más lejos: creo que muchas personas los detestan, les dan miedo o ambas cosas. Por eso los suelen llamar, con bastante asiduidad, «bichos». Muchos de nosotros asociamos ese término con criaturas desagradables, huidizas, sucias, que viven rodeadas de porquería y transmiten enfermedades. Cada vez más gente se traslada a vivir a las ciudades, por lo que crecen habiendo visto muy pocos insectos que no sean moscas domésticas, mosquitos y cucarachas, razón por la cual no debería sorprendernos que los insectos, en general, inspiren miedo con tanta frecuencia. A la mayoría de nosotros nos asusta lo desconocido, lo que no nos es familiar. Por esa razón, pocos aprecian lo esenciales que son estas criaturas para nuestra propia supervivencia, y menos aún lo hermosas, inteligentes, fascinantes y maravillosas que

son. Mi misión en la vida es educar a las personas en el amor a los insectos, o al menos conseguir que los respeten por todo lo que hacen. En esta primera parte del libro quiero explicar por qué deberíamos enseñar a todas las personas, desde la infancia, a valorar a estas pequeñas criaturas. Quiero hacerles ver por qué son tan importantes.

1

Breve historia de los insectos

Empecemos desde el principio. Los insectos llevan aquí mucho, mucho tiempo. Sus antepasados evolucionaron en el lodo primordial de los suelos oceánicos, hace 500 millones de años. Se trataba de unas criaturas extrañas y acorazadas con un esqueleto externo y unas patas articuladas, conocidas hoy en día por los científicos como artrópodos (que significa «pies articulados»). Tenemos pocos fósiles de esa época, pero los que han sobrevivido hasta nuestros días, como los de los famosos depósitos de Burgess Shale, en las Rocosas canadienses, nos permiten echar un tentador vistazo a ese mundo primitivo. Eran enormemente diversos, con numerosos grupos con distintos planes corporales y cuyos ojos, extremidades, y otros misteriosos apéndices eran diferentes, en forma y cantidad, de cualquier cosa que podamos encontrar hoy en día. Fue como si a la madre naturaleza se le hubiera ocurrido un concepto exitoso y estuviera jugueteando con él como un niño juega con un mecano, probando diferentes maneras de ensamblar una criatura. Por ejemplo, la bien llamada *Hallucigenia* era una criatura parecida a un gusano que al principio se pensó que caminaba sobre patas largas y espinosas y que estaba adornada con un loco peinado de tentáculos ondulantes en su espalda. Pero en las ilustraciones más recientes se le ha dado la vuelta, pues ahora se cree que caminaba sobre los tentáculos y que utilizaba las espinas para defenderse. Había muchas más. *Opabinia* tenía cinco ojos situados al final de cinco pedúnculos y una sola pinza, parecida a las de las langostas, que salía de su cabeza. *Leanchoilia*

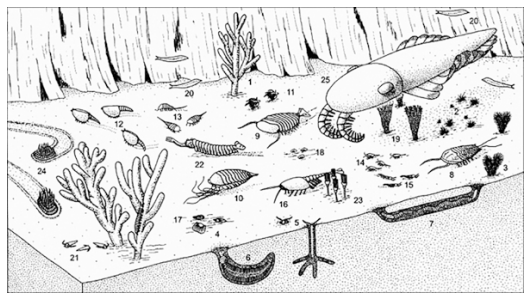
era una criatura que recuerda a las cochinillas de la humedad, equipada con dos largos brazos en la parte delantera, cada uno de ellos dividido en tres tentáculos. *Anomalocaris* fue descrita originalmente como tres criaturas separadas (una parecida a una gamba, otra a una medusa y una tercera a un pepino de mar), aunque actualmente se cree que se trataba de tres partes de una sola criatura. El pepino de mar era el cuerpo, la medusa sus partes bucales y la criatura en forma de gamba haría la función de un par de patas. Con unos 50 cm de longitud, *Anomalocaris* es el fósil de mayor tamaño de Burgess Shale descrito hasta ahora. Solo podemos elucubrar sobre los comportamientos y los ciclos de vida de estos diminutos monstruos marinos que vivieron hace unos 500 millones de años. Los mares primitivos estuvieron habitados por una enorme cantidad de criaturas extrañas y maravillosas como estas, pero todas se extinguieron, aunque algunas debieron de fundar linajes que siguen presentes en los mares actuales.

Lo que sí sabemos es que algunos de estos primeros artrópodos se aventuraron a trasladarse a tierra, quizá para escapar de competidores o depredadores, o tal vez en busca de presas.

El esqueleto externo les resultó muy útil en tierra firme. La mayoría de las criaturas marinas pequeñas, como las medusas y los nudibranquios, dependen del agua para flotar y no pueden más que revolverse caóticamente si se quedan varadas cuando la marea se retira. Pero gracias a su esqueleto rígido, los primeros artrópodos podían caminar, y eso es lo que hicieron, se aventuraron a explorar más allá del agua y fundaron la dinastía más exitosa de criaturas que jamás han pisado la Tierra. En la actualidad, tanto si lo medimos por el número de especies como por el número de individuos (y no por la habilidad para destrozar el planeta), ese grupo es el más exitoso de todos los que viven en nuestro planeta. Estamos hablando, por supuesto, de los insectos.

Hará unos 450 millones de años, varios linajes de artrópodos intentaron vivir en tierra firme. Los arácnidos primitivos se arrastraron desde el mar y se convirtieron en arañas, escorpiones, garrapatas y ácaros. Puede que no sean las criaturas más glamurosas para los humanos, pero son muy exitosas. Los milpiés

se adentraron lentamente en la tierra y ocuparon hábitats sombríos y húmedos, mordisqueando tranquilamente la materia orgánica en descomposición que encontraban en el suelo y bajo troncos y piedras, viviendo cómodamente hasta el día de hoy. Solo los perseguían sus parientes, los ciempiés, depredadores feroces y más rápidos, que también habitaban el suelo y otros lugares oscuros y húmedos.



Criaturas de Burgess Shale, animales que vivieron en el mar hace unos 500 millones de años: entre estas extrañas criaturas se encontraban algunos de los primeros artrópodos, antepasados de los insectos; las esponjas *Vanuxia* (1), *Choia* (2) y *Pirania* (3); el braquiópodo *Nisusia* (4); el poliqueto *Burgessochaeta* (5); los gusanos priapúlidos *Ottia* (6) y *Louisella* (7); el trilobites *Olenoides* (8); otros artrópodos como *Sidneyia* (9), *Leanchoilia* (10), *Marella* (11), *Canadaspis* (12), *Molaria* (13), *Burgessia* (14), *Yohoia* (15), *Waptia* (16) y *Aysheaia* (17); el molusco *Scenella* (18); el equinodermo *Echmatocrinus* (19); el cordado *Pikaia* (20); además de *Haplophrentis* (21), *Opabina* (22), el lofoforado *Dinomischus* (23), el protoanélido *Wiwaxia* (24) y el anomalocarídido *Laggania cambria* (25). Fuente: Wikicommons https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Burgess_community.gif

Unos pocos crustáceos (cangrejos, langostas, gambas...) intentaron vivir en tierra, pero la mayoría no tuvo éxito. Este grupo sigue siendo enormemente diverso y abundante en los océanos actuales, pero su representante terrestre más exitoso es la humilde cochinilla, una criatura entrañable e importante a su manera, pero sin ninguna pretensión seria de dominar el mundo.

Seguramente, los primeros artrópodos que se aventuraron a vivir en tierra se limitaron a habitar lugares húmedos, como hacen las cochinillas de la humedad o los milpiés actuales, cerca del agua, en el barro, bajo las piedras o entre el musgo. Las criaturas acuáticas suelen morir por deshidratación muy rápidamente en tierra, especialmente las que son tan pequeñas como la mayoría de los artrópodos. Para poder explorar la tierra, es esencial estar impermeabilizado. Las arañas lo aprendieron rápido, ya que desarrollaron una cutícula cerosa que les permite vivir incluso en los lugares más áridos; las he visto esperar pacientemente en sus delicadas telarañas, construidas sobre arbustos carentes de hojas en medio del desierto del Sáhara. Sin embargo, fueron los insectos los que dominaron la vida terrestre. Su origen exacto sigue siendo un misterio: se cree que los insectos evolucionaron en tierra hace unos 400 millones de años,[1]quizá a partir de un antiguo crustáceo o tal vez a partir de un milpiés, pero lo más probable es que evolucionaran a partir de algún otro grupo primitivo de artrópodos que no ha sobrevivido hasta nuestros días y del que todavía no se han encontrado fósiles.

¿Cómo, entonces, definimos o identificamos a los insectos? La respuesta es que todos los insectos comparten ciertas características comunes que los distinguen del resto de los artrópodos. Su cuerpo está dividido en tres secciones: cabeza, tórax y abdomen. A diferencia de cualquier otro grupo de artrópodos, los insectos tienen seis patas unidas al tórax. Al igual que las arañas, los insectos desarrollaron una cutícula impermeable, sellada con ceras y aceites.

Equipados con este diseño básico, los insectos se dispusieron a conquistar la Tierra, pero, probablemente, no habrían llegado muy lejos si no se hubiera producido un gran salto evolutivo más que fue la clave de su éxito global. Uno de los primeros insectos alzó el vuelo, aunque todavía sobreviven algunos incapaces de volar. Puede que los más conocidos —que no es lo mismo que decir que sabemos mucho de ellos— sean los pececillos de plata. Por otro lado, los que podían volar tuvieron un gran éxito.

Creemos que el vuelo propulsado ha evolucionado

únicamente cuatro veces en los 3.500 millones de años que han pasado desde el inicio de la vida en la Tierra y los insectos fueron el grupo pionero que conquistó el aire, hace unos 380 millones de años (seguidos de los pterosaurios, hace 228 millones de años, las aves, hace tan solo 150 millones de años, y los murciélagos, hace unos 60 millones de años). Durante 150 millones de años, los insectos tuvieron los cielos para ellos solos. No está del todo claro cómo evolucionó por primera vez la capacidad de volar, pero una teoría que cuenta con bastante aceptación es la que afirma que las alas eran, originariamente, branquias con forma de aletas, como las que podemos ver en las actuales ninfas de las efímeras. Esas estructuras facilitaron el planeo y finalmente se convirtieron en estructuras móviles con las que empezó el primer vuelo propulsado.

Ser capaz de volar aportó innumerables ventajas. Ahora era fácil escapar de los depredadores terrestres y encontrar alimento o una pareja, ya que volando uno se desplaza a mayor velocidad que andando. Otra ventaja era la migración. La evolución posibilitó que algunos insectos como la mariposa monarca o la mariposa vanesa de los cardos atravesaran miles de kilómetros cada año para evitar el frío del invierno. La cochinilla o el milpiés, en cambio, no pueden migrar.

Con este nuevo superpoder, los insectos voladores proliferaron durante el período carbonífero (hace entre 359 y 299 millones de años). Aparecieron muchos nuevos grupos, entre ellos la mantis, las cucarachas y los saltamontes, todos ellos pésimos voladores, y otras especies que volaban mejor, como las efímeras y las libélulas.

Mientras los insectos estaban ocupados aprendiendo a volar, las plantas no se durmieron en los laureles. Mejoraron la impermeabilización de sus hojas y, dado que competían entre ellas por la luz solar, cada vez eran más altas, lo que posibilitó la aparición de bosques de helechos arborescentes (algunos de los cuales se fosilizaron como carbón cuando se hundieron en el suelo pantanoso). Aunque durante esta época ya habían aparecido los anfibios y los primeros lagartos, las principales criaturas terrestres

eran los insectos. El aire era más rico en oxígeno que el actual, y puede que esa sea una de las razones por las que algunos insectos pudieron alcanzar un tamaño muy superior al de cualquier especie de nuestros días. Si pudiéramos viajar a esos bosques primitivos, podríamos ver especímenes de *Meganeura* volar entre los árboles (insectos enormes parecidos a las libélulas, pero con una envergadura de más de 70 cm).

Aunque es posible que la innovación más importante alcanzada por los insectos fuera su capacidad de volar, tenían un par de trucos más guardados en sus seis mangas. Primero, justo después del final del Carbonífero, hace unos 280 millones de años, en una de sus especies evolucionó la metamorfosis, esa habilidad extraordinaria de pasar de un estado inmaduro (la larva) al estado de insecto adulto con un aspecto totalmente diferente: de oruga a mariposa o de gusano a mosca.

La metamorfosis es tan mágica como las transformaciones de sapo a príncipe de los cuentos de hadas, excepto que en este caso es algo real y sucede continuamente a nuestro alrededor. Imagine que usted es una oruga adulta. Digiere su última comida a base de hojas, luego hila una especie de almohadilla de seda para sujetarse a un tallo y, entonces, se separa de su vieja piel, revelando que debajo tiene una nueva y suave de color marrón. Pero ahora ya no tiene ojos, ni extremidades, ni ninguna apertura externa excepto unos diminutos agujeros llamados espiráculos que le permiten respirar. Está completamente indefenso y seguirá estándolo durante unas semanas, puede que meses, dependiendo de la especie. Dentro de su brillante piel de pupa, su cuerpo se disuelve, las células de sus tejidos y órganos están preprogramadas para morir y desintegrarse, y acaba siendo poco más que una sopa. Quedan tan solo unas pocas células embrionarias, que proliferan y dan lugar a nuevos órganos y estructuras, creando de esa forma un cuerpo completamente nuevo. Cuando ya está preparado, y es el momento correcto, se abre la piel que cubre la pupa y debajo de esta aparece otra criatura completa, con ojos grandes y una larga probóscide enrollada que le servirá para beber, y hermosas alas cubiertas de escamas iridiscentes que debe inflar bombeando

sangre en sus venas antes de que se endurezcan.

Los científicos llevan mucho tiempo debatiendo sobre el origen de este increíble fenómeno. Según una teoría reciente y algo extraña, la metamorfosis evolucionó a partir de un insólito apareamiento exitoso entre un insecto volador parecido a una mariposa y un onicóforo (una especie de gusano aterciopelado pariente de los artrópodos). Una sugerencia más verosímil es que las orugas surgieron a partir de la salida prematura de un insecto embrionario de su huevo. Sea como fuere que evolucionó, la metamorfosis es un fenómeno extraordinario y los insectos que tienen esta capacidad se han convertido en los más exitosos de todos: moscas, escarabajos, mariposas y polillas, avispas, hormigas y abejas.

A primera vista, puede que no sea tan obvia la utilidad de pasar de ser un gusano a ser una mosca, aunque es una transformación impresionante. Parece que requiere una enorme cantidad de esfuerzo y cualquiera que haya criado mariposas puede atestiguar que la salida de la pupa es una maniobra delicada y precaria que a menudo sale mal, sobre todo cuando las alas no se expanden correctamente, dejando al pobre insecto lisiado y condenado. Según una teoría, la metamorfosis es una estrategia tan exitosa porque permite que las etapas inmaduras y los adultos se especialicen en tareas diferentes, razón por la cual tienen cuerpos diseñados de forma diferente.[2]La larva es una máquina devoradora, es poco más que una boca y un ano conectados por un intestino, con lo que se parece bastante a un gusano. No necesita ni moverse rápido ni viajar grandes distancias, ya que su madre se habrá asegurado de poner los huevos en un lugar en el que abunde el alimento. Las larvas suelen tener sentidos rudimentarios, su vista es pobre y no tienen antenas. Por otro lado, los adultos suelen vivir poco y no se alimentan mucho, aparte de, quizá, sorber el néctar que les aportará la energía necesaria para su actividad.[3]Su principal misión consiste en buscar pareja, copular y, en el caso de las hembras, poner huevos. Algunas especies también migran. Los adultos necesitan ser móviles y tener sentidos muy agudizados, ser capaces de desplazarse largas distancias para buscar una pareja

que detectarán gracias a la vista, el olor o el sonido, por lo que suelen tener grandes ojos y grandes antenas. También pueden tener colores brillantes para impresionar a esa pareja potencial.

Para compararlos, piense en la gran cantidad de insectos que no se metamorfosean. Los saltamontes o las cucarachas, por ejemplo. Un saltamontes o una cucaracha inmaduros son básicamente una versión en miniatura de la forma adulta, con unas pequeñas protuberancias en lugar de alas funcionales. A diferencia de los insectos que se metamorfosean, los saltamontes jóvenes tendrán que competir por el alimento con los saltamontes adultos, algo que no les preocupa ni a los gusanos ni a las orugas. El cuerpo del saltamontes es básicamente una solución de compromiso con la que poder alimentarse, crecer, dispersarse, encontrar una pareja y un buen lugar en el que depositar los huevos. Para ser justo con ellos, hay que reconocer que han tenido bastante éxito, algo que cualquier granjero de África que haya sufrido una plaga de hambrientas langostas podrá atestiguar, pero, en cuanto a número de especies, han sido superados con claridad por sus primos capaces de metamorfosearse. Existen unas veinte mil especies conocidas de ortópteros (saltamontes y sus parientes), y 7.400 especies de blatodeos (cucarachas). En cambio, el número de especies que se metamorfosean es mucho mayor: hay 125.000 especies de dípteros (moscas), 150.000 especies de himenópteros (abejas, hormigas y avispas), 180.000 especies de lepidópteros (mariposas y polillas) y la cifra más increíble de todas, 400.000 especies de coleópteros (escarabajos). Juntos, estos cuatro grupos de insectos suponen el 65 % de todas las especies conocidas que habitan nuestro planeta.

Aparte de poder volar y metamorfosearse, el truco final que adquirieron los insectos durante su evolución fue la capacidad de formar sociedades complejas en las que equipos de individuos trabajan eficientemente como si todos ellos fueran un único «superorganismo». Las termitas, las avispas y las abejas utilizan esta estrategia. Viven en un nido con una o un pequeño número de reinas que ponen más o menos todos los huevos, y las hijas obreras realizan diversos trabajos especializados, como cuidar de la reina y

de las crías, defender el nido, etc. Al especializarse, cada insecto puede convertirse en experto en una determinada tarea y, en algunos casos, incluso tiene un cuerpo especialmente adaptado, como es el caso de las castas de soldados con sus enormes mandíbulas que se pueden encontrar en algunos nidos de hormigas, cuya principal misión es defender el nido contra los ataques de depredadores de mayor tamaño como los osos hormigueros o los cerdos hormigueros. El famoso biólogo estadounidense E. O. Wilson, especialista en hormigas, calculó una vez que hay entre mil y diez mil billones de hormigas en el mundo (entre 1.000.000.000.000.000 y 10.000.000.000.000.000). En algunos ecosistemas terrestres pueden suponer el 25 % del total de la biomasa animal y, en su conjunto, el peso de las hormigas de nuestro planeta es, aproximadamente, similar al peso total de todos los humanos que viven en él. Por cada humano hay un millón de hormigas. Hasta hace unos doscientos años, si un extraterrestre hubiese observado la Tierra en cualquier momento de los últimos 400 millones de años, habría pensado que este era el planeta de los insectos.

Luciérnagas «femme fatale»

Las luciérnagas, conocidas en algunos países como «gusanos de luz», son de los insectos más mágicos de todos. Aunque su nombre en inglés puede llevar a engaño (*fireflies*), no son moscas (*flies*) en absoluto, sino un grupo de escarabajos que poseen «traseros» luminosos. Utilizan esa luz para atraer a las potenciales parejas; dependiendo de la especie, la luz puede ser verde, amarilla, roja o azul; algunas producen un brillo constante mientras que otras lo emiten a destellos que siguen un patrón particular. Por ejemplo, en la luciérnaga común europea, la hembra emite un brillo suave y constante de color verde que atrae a los machos. En muchas otras especies el brillo es emitido con destellos cortos en pleno vuelo, lo que, en la oscuridad de la noche, el ojo humano interpreta como un rayo de luz, razón por la cual también se les conoce como «bichos de luz». Algunas luciérnagas de Estados Unidos y de Asia tropical brillan en sincronía, creando una imagen espectacular cuando miles de insectos emiten destellos de luz al unísono.

Las luciérnagas son depredadoras, se alimentan de diversos insectos, gusanos o caracoles, dependiendo de la especie. En algunas hembras ha evolucionado la habilidad de imitar el destello que emiten las hembras de otras especies, no para atraer una pareja, sino para comérsela. Los desafortunados amantes que responden a su llamada son devorados con prontitud, por lo que a estas hembras también se las conoce como las luciérnagas «femme fatale».

2

La importancia de los insectos

> Si toda la humanidad desapareciera, el mundo se regeneraría y volvería al estado de equilibrio que existía hace diez mil años. Sin embargo, si lo mismo les ocurriera a los insectos, el medioambiente colapsaría en medio de un tremendo caos.
>
> E. O. WILSON, biólogo estadounidense

En el otoño de 2017, estaba haciendo una entrevista para un programa de la radio australiana en la que iba a hablar del declive de los insectos. El presentador me formuló con cierta alegría la primera pregunta: «Así que los insectos están desapareciendo. Eso es bueno, ¿no?». Estoy seguro de que era una broma, pero como yo estaba a casi 20.000 kilómetros de distancia, al otro lado del teléfono, era difícil captar el supuesto tono humorístico. Sea cual fuere la intención del entrevistador, esta pregunta es un reflejo de la opinión de muchas personas, para quienes los insectos no son más que plagas, criaturas molestas, propagadoras de enfermedades, que pican, muerden e incordian. Pocas personas se lamentan de que cada vez se encuentren menos insectos aplastados en el parabrisas de su coche. La mayoría de nosotros vivimos en

ciudades (según el Banco Mundial, el 83 % de la población del Reino Unido vive en urbes y, a nivel global, la cifra es del 55 % y aumenta a gran velocidad), por lo que, a menos que vayamos a buscar insectos a nuestros parques y jardines, los pocos que encontraremos serán aquellos que invaden nuestros hogares, entre ellos cucarachas, moscas domésticas, moscardones, polillas de la ropa y pececillos de plata. Todas ellas son criaturas fascinantes y maravillosas, pero, al igual que ocurre con un buen whisky de malta, hay que invertir tiempo en conocerlas adecuadamente para descubrir que sus méritos son más que evidentes. Para la mayoría de nosotros, son unos invitados inoportunos que hay que echar o matar lo más rápido posible. Durante unos instantes la pregunta del entrevistador australiano me desconcertó; además, mi atención estaba enfocada en otras tareas, pues estaba en un baño público y alguien acababa de entrar para usar las instalaciones.

Debería decir que no suelo hacer entrevistas radiofónicas desde instalaciones públicas, pero en esta ocasión estaba cenando en un pub de camino a Dorchester, donde iba a dar una charla al día siguiente, cuando me llegó la petición urgente a través del móvil. Dado que la música del pub estaba bastante alta y que fuera estaba lloviendo, la solución más silenciosa y seca era el aseo del local. Tras la sorpresa inicial, me recompuse como pude y lancé una diatriba bien ensayada sobre las muchas funciones de vital importancia que desempeñan los insectos. Participar en una entrevista de esa forma es bastante desconcertante, ya que no puedes ver la expresión del entrevistador y, por lo tanto, no sabes si entiende o si está de acuerdo con lo que le estás contando, pero al menos el hombre que orinaba en la esquina del aseo asentía con la cabeza.

La falta de entusiasmo por los insectos no se limita a los presentadores de programas de radio australianos. No hace mucho, en la BBC, le preguntaron a lord Winston, el eminente doctor y presentador de televisión británico, sobre la pérdida global de vida silvestre. ¿Cuál fue su respuesta?: «Hay un montón de insectos que sobran en el planeta». No acabo de entender por qué le preguntaron sobre un tema en el que no es experto, pero está claro

que las opiniones de los famosos suelen ser muy valoradas, independientemente de su cualificación o experiencia en el tema. Sin embargo, su respuesta es un ejemplo de lo que piensa mucha gente.

A los ecólogos y a los entomólogos los debería preocupar que no hayamos hecho un buen trabajo explicando al público cuán importantes son los insectos. Estas criaturas son mayoritarias en nuestro planeta, por lo que, si perdiéramos muchas especies o individuos, la biodiversidad general se reduciría significativamente. Además, dada su enorme diversidad y abundancia, es inevitable que estén presentes en todas las cadenas y redes alimentarias, tanto terrestres como de agua dulce. Por ejemplo, las orugas, los áfidos, las larvas de tricópteros y los saltamontes son herbívoros, convierten el material vegetal en sabrosa proteína de insecto que podrán digerir con más facilidad los animales de mayor tamaño. Otros, como las avispas, los carábidos (una familia de coleópteros que habitan en el suelo) y las mantis ocupan el siguiente nivel en la cadena alimentaria como depredadores de herbívoros. Todos ellos son presa de una multitud de aves, murciélagos, arañas, reptiles, anfibios, pequeños mamíferos y peces que tendrían muy poco o nada que comer si no fuera por los insectos. A su vez, los depredadores superiores como los gavilanes, las garzas y las águilas pescadoras que se alimentan de estorninos, ranas, musarañas o salmones, todos ellos insectívoros, pasarían mucha hambre si no hubiera insectos.

La desaparición de los insectos de la cadena alimentaria no solo sería catastrófica para la vida silvestre. El aporte de alimentos para los humanos también se vería afectado. A la mayoría de los europeos y norteamericanos les repulsa la idea de comer insectos, lo cual es extraño, dado que comemos felizmente camarones o gambas (que son muy similares, están segmentados y poseen un esqueleto externo). Podemos dar casi por sentado que nuestros antepasados sí que comieron insectos. Sin embargo, en muchas partes del mundo las personas comen insectos y en algunos países incluso suponen una proporción significativa de su dieta. Aproximadamente el 80 % de la población mundial consume

insectos con cierta regularidad, siendo una práctica muy común en Sudamérica, África y Asia y entre los pueblos indígenas de Oceanía. En todo el mundo se comen, aproximadamente, dos mil especies diferentes de insectos, entre ellos, orugas, larvas de escarabajo, hormigas, avispas, pupas de polillas, algunas especies de chinches, saltamontes y grillos. Por poner solo un ejemplo, se calcula que en Sudáfrica se venden cada año para consumo humano unas 1.600 toneladas de gusanos mopane (orugas largas y sabrosas de una especie de mariposa emperador), además de las que se coleccionan y consumen de forma privada. En la vecina Botsuana, el comercio de gusanos mopane alcanza los 8 millones de dólares al año. Los gusanos (en realidad son orugas) se secan y se comen como aperitivos crujientes, se enlatan para conservarlos durante más tiempo, o se comen frescos, fritos con cebollas y tomates. Se calcula que la exportación de conservas de pupas de gusanos de seda de Tailandia produce unos ingresos de 50 millones de dólares aproximadamente. En Japón, las conservas de «inago» (un tipo de saltamontes) se venden como un alimento de lujo, mientras que uno de los platos favoritos del difunto emperador Hirohito eran avispas hervidas con arroz. En México, desde hace mucho tiempo se recolectan en la naturaleza los gusanos blancos de maguey (orugas de una mariposa hespérida de gran tamaño) y los aguaucle o «bolitas de agua» (huevos de insectos acuáticos, conocidos por algunos como el caviar mexicano), e incluso se exportan a Estados Unidos y Europa. Sin embargo, el comercio de estos dos insectos se ha reducido en los últimos años, ya que esta mariposa escasea cada vez más porque es muy apreciada por los coleccionistas, mientras que las bolitas de agua han visto menguar su población debido a la contaminación del agua.

Estos son, sobre todo, ejemplos de consumo de insectos recolectados en la naturaleza, pero quizá los humanos deberíamos cultivar más insectos como alternativa a los cerdos, vacas y gallinas. El ganado convencional consume enormes cantidades de energía para mantener sus cuerpos calientes, por lo que es más ineficiente a la hora de convertir el material vegetal en alimento para los humanos (las vacas son mucho más ineficientes que las

gallinas). Por ejemplo, una vaca engorda aproximadamente un kilo de masa corporal comestible por cada veinticinco kilos de materia vegetal consumida. Al ser de sangre fría, los insectos son mucho más eficientes: por ejemplo, para que los grillos ganen un kilo de masa corporal digerible, han de consumir solo 2,1 kilogramos de materia vegetal, lo que significa que su eficiencia es doce veces mayor. Los insectos también son más eficientes que las vacas en otros aspectos: por cada kilo de alimento producido para consumo humano, las vacas necesitan veinticinco veces más agua y catorce veces más espacio que los grillos. Además, los insectos son una fuente más saludable de proteína animal, ya que, en proporción, tienen más aminoácidos esenciales y menos grasas saturadas que la carne de res.

Esas no son las únicas ventajas de los insectos como alimento. Por ejemplo, es mucho más difícil que enfermemos por comer insectos (que sepamos, no compartimos ninguna enfermedad con ellos), cosa que sí ocurre con los vertebrados (piense en la enfermedad de las vacas locas, la gripe aviar o el COVID-19; este último nos ha llegado a través de los murciélagos o puede que de los pangolines utilizados por la medicina china).

A diferencia de las vacas, la mayoría de los insectos no producen metano, un potente gas de efecto invernadero,[1] o producen muy poco. Otra ventaja es que crecen a mayor velocidad que los mamíferos. También se podría decir que se evitan problemas de bienestar animal, pues se pueden mantener en altas densidades sin mayores dificultades y, en cualquier caso, su capacidad de sufrimiento es mucho menor que las de las vacas (aunque conozco personas que no estarían de acuerdo con esta afirmación).

El asunto es que si queremos alimentar a los diez o doce mil millones de personas que se calcula que vivirán en nuestro planeta en 2050, deberíamos tomarnos en serio el tema de las granjas de insectos, ya que son una solución mucho más sostenible que la ganadería convencional. En mi caso, el único problema que le veo al consumo de insectos es que, de todos los que he probado, ninguno me ha parecido especialmente apetitoso (sin contar las

hormigas recubiertas de chocolate, aunque estoy bastante seguro de que fue el chocolate lo que me gustó). Pero he de decir que solo he probado un par de especies diferentes y pondré todo mi empeño en mantener la mente abierta si tengo la oportunidad de probar los gusanos mopane fritos o el caviar mexicano.

Aunque en las sociedades occidentales apenas se consumen insectos directamente, sí que los consumimos con regularidad de forma indirecta. Los peces de agua dulce como la trucha o el salmón se alimentan básicamente de insectos, al igual que ciertas aves como las perdices, los faisanes o los pavos. En Japón, peces de agua dulce como los eperlanos o las anguilas no faltan en ninguna dieta. Estos peces son principalmente insectívoros, y por este motivo digo que, para los humanos, es muy importante que haya suficientes insectos de agua dulce. La importancia de esta relación quedó demostrada en 1993, cuando uno de los mayores lagos de Japón, el Shinji, se contaminó con insecticidas neonicotinoides procedentes de los campos agrícolas. La población de invertebrados cayó en picado, lo que provocó un dramático colapso de la industria pesquera local que costó cientos de puestos de trabajo. El rendimiento medio anual del eperlano pasó de 240 toneladas entre 1981 y 1992 a tan solo 22 toneladas entre 1993 y 2004, mientras que las capturas de anguila pasaron de 42 toneladas a 10,8 toneladas en el mismo período.

Aparte de su papel como alimento, los insectos desempeñan una plétora de funciones esenciales en los ecosistemas. El 85 % de todas las especies vegetales necesitan ser polinizadas por algún animal, en la mayoría de los casos, insectos (polinización zoófila). Ese porcentaje incluye a casi todas las plantas, aparte de hierbas y coníferas, que son polinizadas por el polen que transporta el viento (polinización anemófila). Los coloridos pétalos, el aroma y el néctar de las flores evolucionaron para atraer a los polinizadores. Sin la polinización, las flores silvestres no prosperarían y la mayoría acabaría desapareciendo, ya no habría acianos o amapolas, dedaleras o nomeolvides. Veríamos con tristeza cómo nuestro mundo va perdiendo su color, pero la ausencia de polinizadores tendría además un impacto ecológico mucho más

devastador que la pérdida de flores hermosas. Si la gran mayoría de las especies vegetales no pudieran producir semillas y se extinguieran, todas las comunidades terrestres sufrirían una profunda alteración y se empobrecerían, ya que las plantas son la base de todas las cadenas alimentarias.

Desde nuestra perspectiva egoísta, la pérdida de flores silvestres sería la menor de nuestras preocupaciones. Tres cuartas partes de las especies que cultivamos también necesitan ser polinizadas por insectos. A menudo, se justifica la importancia de los insectos por las funciones que cumplen en los ecosistemas, a las cuales se les puede atribuir un valor monetario. Se calcula que la polinización por sí sola tiene un valor de entre 235.000 y 577.000 millones de dólares por año en todo el mundo (estos cálculos no son muy precisos, de ahí la gran diferencia entre las dos cifras). Si dejamos de lado los aspectos económicos, sin los polinizadores no podríamos alimentar a la creciente población humana. Podríamos producir las suficientes calorías para mantenernos vivos, dado que los cultivos polinizados por el viento como el trigo, la cebada, el arroz y el maíz son mayoritarios en nuestra alimentación, pero vivir exclusivamente de una dieta compuesta por pan, arroz y gachas nos provocaría en poco tiempo deficiencias en vitaminas y minerales. Imagínese que no tuviéramos fresas, chiles, manzanas, pepinos, cerezas, grosellas negras, calabazas, tomates, café, frambuesas, calabacines, frijoles y arándanos, por nombrar solo algunos alimentos. En el mundo ya se producen menos frutas y verduras de las que harían falta si todo el mundo se alimentara de una forma sana (mientras que se producen demasiados cereales y aceites). Sin los polinizadores, sería imposible producir la cantidad necesaria de verduras para cumplir con el consabido «cinco raciones por día» de frutas y verduras que necesitamos.

Además de polinizadores, los insectos son agentes de control biológico (aunque este es un argumento circular, ya que muchas de las plagas que controlan son también de insectos).[2]Sin embargo, si no fuera por depredadores tales como mariquitas, carábidos, tijeretas, neurópteros, avispas y sírfidos, entre otros, las plagas que sufren nuestros cultivos serían mucho más difíciles de controlar y

nos veríamos obligados a utilizar muchos más pesticidas. Sin polinizadores, dependeríamos de los cultivos anemófilos que no los necesitan, pero sería mucho más difícil rotar cultivos entre años, lo que a su vez haría que las plagas fueran todavía más difíciles de controlar.

El papel que desempeñan los insectos como controladores de plagas es poco glamuroso, a veces repugnante y, por lo general, poco apreciado. Por ejemplo, si hiciéramos una clasificación de los insectos favoritos de la gente, las avispas ocuparían una posición bastante baja, pero eso es porque una gran cantidad de personas desconoce que la mayoría de las especies de avispas son parásitas y que muchas de ellas son muy efectivas eliminando plagas.[3]En mi jardín, mis cultivos de brasicáceas (coles, brócoli, coliflor, etc.) suelen ser atacados por orugas voraces de la mariposa de la col y de la mariposa blanquita de la col (las primeras son más grandes que las segundas). Mordisquean y dejan agujeros en las hojas y, si no se actúa, pueden reducir una planta de col a poco más que un tallo en el que se apoya la nervadura de las hojas más duras y no comestibles. Por suerte, el daño causado se detiene cuando llega alguna *Cotesia glomerata*. Estas avispas, del tamaño de una hormiga, son negras con patas amarillas y las hembras están equipadas con un tubo afilado destinado a la puesta con el que inyectan racimos de huevos en cada desafortunada oruga. Las larvas resultantes consumen las orugas desde el interior y emergen en masa para tejer un racimo de diminutos capullos amarillos alrededor del cadáver fresco de su anfitrión. Incluso las clásicas avispas de rayas amarillas y negras que nos son tan familiares porque fastidian nuestras meriendas campestres cuando el verano se acaba son mucho más útiles de lo que se piensa. Son polinizadoras de flores silvestres y depredadoras voraces de insectos, tales como áfidos y orugas, que se convierten en dañinas plagas para nuestros cultivos. Quizá no nos debería molestar que se coman uno o dos pedacitos de nuestro sándwich.

Los insectos también son muy valiosos a la hora de controlar plantas no deseadas o invasoras, como fue el caso de las chumberas en Australia. Las chumberas de las regiones áridas de las Américas

se introdujeron en Australia a principios del siglo XX para ser utilizadas a modo de vallas para el ganado. En mi opinión, son plantas horribles, ya que están cubiertas de espinas afiladas que son extremadamente dolorosas y difíciles de extraer de la carne. Lo sé por experiencia, ya que una vez me caí sobre una chumbera en España cuando intentaba estudiar avispas papeleras. Eso las convierte en una rara elección como seto. En cualquier caso, la planta no se contentó con crecer en líneas rectas y se extendió rápidamente fuera de control, convirtiendo 40.000 kilómetros cuadrados de Queensland, en el nordeste de Australia, en un matorral impenetrable y espinoso. En 1925, se introdujo una pequeña polilla de Sudamérica de color marrón oliva, la polilla de cacto (*Cactoblastis cactorum*), y en poco tiempo se había comido casi todos los cactus.

Los insectos también participan en la descomposición de la materia orgánica: hojas caídas, madera, cadáveres y heces de animales. Es una tarea enormemente importante, ya que de esa forma se reciclan los nutrientes, haciendo que estén disponibles de nuevo para las plantas. La mayoría de los descomponedores suelen pasar desapercibidos. Por ejemplo, el suelo de su jardín (y especialmente su montón de compost, si lo tiene) contiene millones de colémbolos. Estos diminutos y primitivos parientes de los insectos suelen medir menos de 1 mm de largo, y su nombre en inglés (*springtails*) hace referencia a su habilidad para autopropulsarse en las alturas cuando necesita escapar de los depredadores. Si la situación lo requiere, utilizan un apéndice retráctil (fúrcula), que en circunstancias normales se halla estirado contra la parte inferior del abdomen, para catapultarse hasta una distancia de 100 mm. Este ejército de minúsculos saltadores realiza una importante tarea: mordisquean los diminutos fragmentos de materia orgánica y ayudan a disgregarla en pedazos más pequeños que serán descompuestos por bacterias, lo que liberará los nutrientes que serán utilizados posteriormente por las plantas. Los colémbolos son un componente esencial y poco reconocido de los suelos sanos. Algunos también son sorprendentemente hermosos. Hay especies que se asemejan (con un poco de imaginación) a

ovejas pequeñas y regordetas.

Aunque suelen pasar desapercibidos, si no existieran descomponedores, las consecuencias serían nefastas, como comprobaron los ganaderos australianos a mediados del siglo XX. En la mayor parte del mundo, las boñigas de vaca son atacadas inmediatamente por un ejército de insectos, razón por la cual no suelen durar mucho. A los pocos segundos, o a lo sumo minutos, de ser depositadas sobre la hierba, aparecen las primeras moscas y escarabajos estercoleros atraídos por el seductor aroma que flota en la brisa. Las moscas (de la familia Scathophagidae) depositan en ellas sus huevos. Estos eclosionan en poco tiempo y de ellos nacen larvas que consumen la materia orgánica en descomposición, rica en bacterias. Estas moscas pueden completar todo su ciclo vital en unas tres semanas. Algunos escarabajos estercoleros tienen antepasados acuáticos, y los adultos conservan unas patas en forma de remo que utilizan para nadar a través de las heces líquidas mientras aún están frescas. Muchos de estos escarabajos depositan sus huevos en las boñigas, mientras que otros crean agujeros en el suelo situado debajo y guardan en ellos parte de los excrementos para alimentar a su descendencia. Algunos forman bolas de estiércol y las hacen rodar unos metros con la esperanza de liberarse de la multitud de competidores. En poco tiempo, llegan escarabajos estafilínidos y carábidos, ambos depredadores, para comerse a los insectos que se alimentan del estiércol. También acuden aves como cuervos y abubillas para buscar larvas de insectos. Las madrigueras que han excavado los numerosos insectos en la boñiga hacen que esta se seque y se desmorone, lo que facilita que sus nutrientes se reciclen con éxito.

Además de liberar nutrientes, la eliminación eficaz del estiércol por parte de los insectos supone un beneficio adicional para los agricultores: ayudan a eliminar los parásitos intestinales del ganado. Los huevos de los gusanos parásitos van en el interior de las heces de los animales infectados y, una vez en el suelo, pueden contaminar la hierba y ser ingeridos por otra vaca u oveja. Al enterrar y consumir el estiércol, los insectos logran que los huevos de esos parásitos desaparezcan rápidamente. Resulta

irónico que el tratamiento que se administra al ganado convierta en tóxico su estiércol para los insectos, ralentizando su reciclaje y exacerbando el problema que se supone que deben solucionar.

En cambio, el problema al que se enfrentaron los primeros ganaderos australianos en el siglo XIX fue el inverso. Ningún insecto nativo australiano podía ocuparse del estiércol depositado en los campos. Los mamíferos australianos (marsupiales como canguros o wómbats) están adaptados a un clima árido, por lo que producen heces de una consistencia muy diferente a las de las vacas: deposiciones duras y redondas. Los escarabajos estercoleros estaban adaptados para alimentarse de ese material, pero eran prácticamente incapaces de hacer lo mismo con las deposiciones del ganado importado de los primeros colonos europeos. El resultado fue que el estiércol tardaba años en disgregarse y empezó a acumularse, asfixiando los pastos y reduciendo la cantidad de hierba que quedaba disponible para el ganado. Se ha calculado que, durante la década de 1950, si una vaca defecaba unas doce veces por día, el área que ocupaban las boñigas crecía unos 2.000 kilómetros cuadrados cada año.

En la década de 1960, el doctor George Bornemissza, un inmigrante reciente procedente de Hungría, propuso importar escarabajos estercoleros que pudieran lidiar con las deposiciones de las vacas, y así nació el Proyecto Escarabajo Estercolero Australiano. Bornemissza se pasó los siguientes veinte años viajando por todo el mundo en busca de las especies idóneas de escarabajos estercoleros para introducirlas en Australia, centrándose principalmente en Sudáfrica, pues su clima es similar. Otras introducciones previas y deliberadas de especies extranjeras fueron un auténtico fracaso: por ejemplo, los sapos gigantes o de caña traídos de Sudamérica para intentar controlar las plagas que sufría la caña de azúcar acabaron convirtiéndose en una plaga propia, proliferando de tal manera que se calcula que, en la actualidad, hay unos 200 millones de ejemplares que se comen todo lo que encuentran menos las plagas que se supone que tenían que controlar. En cambio, el éxito de los escarabajos estercoleros fue rotundo. En total, se introdujeron veintitrés especies diferentes,

seleccionadas por la velocidad con la que eliminan las deposiciones, para que, entre todas ellas, pudieran adaptarse a las diferentes regiones climáticas de Australia. En la actualidad, gracias a esos escarabajos, las deposiciones de las vacas desaparecen mágicamente en menos de veinticuatro horas.

Otros insectos, los auténticos enterradores del mundo natural, son igual de eficientes eliminando cadáveres. Con una asombrosa velocidad, tanto las moscas azules como las verdes (califóridos) localizan los cadáveres a los pocos minutos de haber fallecido el individuo en cuestión y depositan masas de huevos de los que nacen, en unas pocas horas, gusanos que se apresuran a consumir el cadáver antes de que lleguen otros insectos. Sus parientes, las moscas carroñeras, gozan de una clara ventaja en esta carrera, ya que paren directamente gusanos, saltándose la etapa de huevo por completo. Como ocurre con el estiércol, las moscas compiten con los escarabajos, en este caso con enterradores o necróforos, que suelen llegar más tarde, pero consumen tanto el cadáver como las larvas que se están desarrollando. Los escarabajos carroñeros arrastran los cadáveres de animales pequeños bajo tierra, ponen sus huevos en ellos y luego se quedan para cuidar a sus crías, protegiéndolas contra otros escarabajos enterradores y, si consideran que hay demasiadas crías para la cantidad de comida disponible, sacrifican a algunas y se las comen. La secuencia de llegada de las diferentes especies de insectos y sus ritmos de desarrollo son bastante predecibles si se tienen en cuenta las condiciones ambientales del lugar. Los entomólogos forenses utilizan esa información para averiguar aproximadamente la hora de la muerte de los cadáveres humanos cuando las circunstancias que tienen que ver con su fallecimiento son sospechosas.

Además de estos beneficios, los insectos que viven en el suelo ayudan a airear el terreno. Las hormigas dispersan semillas, ya que cuando se las llevan a sus nidos para comérselas, pierden algunas en el camino. Más adelante, germinarán en los lugares en los que cayeron. La mariposa de seda nos da seda y las abejas de la miel, miel. En total, los servicios que proporcionan los insectos al ecosistema se calcula que valen unos 57.000 millones de dólares

cada año, y eso es únicamente en Estados Unidos, aunque es un cálculo que no tiene mucho sentido, ya que, como dijo el gran biólogo y mejor persona, E. O. Wilson, sin ellos «el medioambiente colapsaría en medio de un tremendo caos» y miles de millones de personas morirían de hambre. ¿Cuánto vale evitar esa catástrofe?

Está claro, pues, que muchos insectos desempeñan funciones vitales, pero desconocemos lo que hacen muchas especies. Ni siquiera hemos puesto nombre a las cuatro quintas partes de los cinco millones de especies de insectos que se cree que existen, por lo que tampoco hemos podido estudiar las funciones que podrían desempeñar. En los últimos años, las empresas farmacéuticas han empezado a utilizar la «bioprospección», es decir, buscan compuestos químicos útiles en los diferentes insectos. Gracias a ello, han encontrado muchos que se podrían utilizar en medicina, incluidos antimicrobianos, que pueden ayudarnos a combatir las bacterias resistentes a los antibióticos, y también anticoagulantes, vasodilatadores, anestésicos y antihistamínicos. Cada especie de insecto que se ha extinguido se ha llevado con ella un tesoro en forma de posibles fármacos que nos podrían haber sido muy útiles.

Como dice el ecologista Aldo Leopold: «La primera regla de la manipulación inteligente es mantener intactas todas las partes». Estamos muy lejos de comprender todas las interacciones que se producen entre los miles de organismos que componen las comunidades ecológicas, por lo que no podemos decir qué insectos nos resultan «útiles» y cuáles no. Los estudios sobre la polinización de los cultivos han llegado a la conclusión de que casi todas las polinizaciones las llevan a cabo un pequeño número de especies, pero que el proceso es mucho más fiable y resiliente cuantas más especies participen. Después de todo, las poblaciones de las diferentes especies de insectos fluctúan de forma natural de un año a otro: algunas soportan mejor una primavera fría o las precipitaciones numerosas, mientras que otras toleran las sequías, por lo que la especie que se encargue de la mayoría de las polinizaciones un año no tiene por qué ser la que lo haga el año siguiente o diez años después. Depender de un único polinizador no es una estrategia muy inteligente, ya que, si le ocurre algo, no

hay sustituto.[4]A medida que el clima cambia, también lo hacen las comunidades de polinizadores, y las especies que hoy parecen poco importantes pueden convertirse en las más importantes mañana. Los mismos argumentos se pueden aplicar a cualquier otra función que desempeñan los insectos; cuantos más tipos diferentes de insectos se encarguen de realizarla, más probabilidades habrá de que esas tareas esenciales se puedan seguir llevando a cabo con éxito en nuestro incierto futuro.

Es muy conocida la comparación que hizo el biólogo estadounidense Paul Ehrlich de la desaparición de especies de una comunidad ecológica con la pérdida al azar de los remaches del ala de un avión. Si quitas uno o dos, es muy posible que el avión ni lo note. Pero si quitas diez, veinte o cincuenta, en algún momento que no podemos predecir, se producirá un fallo catastrófico y el avión caerá. Los insectos son los remaches que permiten que los ecosistemas sigan funcionando. Desconocemos lo cerca que estamos del límite. En algunos lugares ya hemos superado ese punto. Por ejemplo, en zonas del suroeste de China ya casi no quedan polinizadores, y los granjeros tienen que polinizar a mano sus manzanas y peras porque, si no, los cultivos se echarían a perder; yo mismo he visto en Bengala cómo los granjeros polinizaban a mano plantas de calabacín y hay informes que aseguran que, en Brasil, los granjeros han tenido que recurrir a la polinización manual de la planta del maracuyá. Hay más estudios sobre plantas de otros lugares del mundo, como los arándanos de Canadá, los anacardos de Brasil y las judías verdes de Kenia, a las que les ocurre lo mismo. Todos ellos han llegado a la misma conclusión: la producción de los cultivos polinizados por insectos es mucho menor en las zonas dedicadas a la agricultura intensiva debido a que no hay suficientes polinizadores, mientras que es mucho mayor en granjas que están cerca de bosques nativos u otras zonas ricas en fauna silvestre que actúa como fuente de insectos polinizadores. En Gran Bretaña, un estudio reciente que analizó la producción de manzanas de las variedades Gala y Cox descubrió que los granjeros están perdiendo actualmente unos seis millones de libras de ingresos potenciales porque la calidad de su

fruta es inferior debido a una polinización inadecuada. Está claro, pues, que en muchas partes del mundo hemos llegado al punto en el que el déficit de polinizadores está limitando la producción de los cultivos, o si no estamos cerca de él, y si nuestros cultivos tienen dificultades para atraer suficientes polinizadores, parece probable que a las flores silvestres les ocurra algo parecido. Si estas empiezan a ser menos numerosas por culpa de la falta de polinización, entonces habrá menos alimento para el resto de los polinizadores. Algunos científicos creen que esto podría desencadenar un «vórtice de extinción», en el que el número de flores y polinizadores descienda en espiral hasta la extinción mutua.

En gran parte, el trabajo realizado por los insectos pasa desapercibido y se da por sentado. No creo que la mayoría de los ganaderos sea consciente del trabajo realizado por los escarabajos estercoleros, y hasta hace relativamente poco los agricultores no hacían absolutamente nada para atraer a los polinizadores o a los enemigos naturales de las plagas de sus cultivos; y como en el caso de los ganaderos de Australia o los agricultores de calabacines de Bengala, solo se dan cuenta de la importancia de los insectos cuando estos dejan de prestarles ayuda. Deberíamos ser lo suficientemente sabios para apreciar todo lo que hacen los insectos por nosotros antes de que sea demasiado tarde.

Hormigas melíferas

Las abejas y algunas avispas recolectan néctar de las flores y lo almacenan en forma de miel en celdas o compartimentos especiales hechos de barro, papel o cera. Estos almacenes son fundamentales para disponer de alimento durante los períodos de escasez del año, cuando la floración es escasa. En los áridos desiertos australianos vive una especie de hormiga cuya solución para el almacenaje de néctar es diferente. Se trata de la hormiga melífera *Camponotus inflatus*. Algunos individuos «son» el almacén. Consumen tanto néctar que su abdomen se hincha grotescamente. Muy pronto dejan de moverse, pero sus hermanas continúan alimentándolas hasta que sus abdómenes se estiran tanto que son transparentes. Cuando un grupo de estas hormigas cuelga del techo de un nido subterráneo se asemeja a un racimo de doradas uvas maduras, cada una dispuesta a regurgitar parte de su reserva de miel a cualquier miembro hambriento de la colonia. Estos almacenes son tan valiosos en el reseco paisaje australiano que atraen a todo tipo de ladrones, grandes y pequeños. Otros nidos de hormigas envían grupos de asalto para dominar a las guardianas y robar las indefensas reservas de alimento arrastrando a las hormigas hinchadas a su propio nido. Estas hormigas también son muy valiosas para los pueblos indígenas de Australia, que excavan hasta dos metros de profundidad a través del ardiente suelo para encontrarlas. Luego se las comen vivas, saboreando una deliciosa explosión de dulce néctar.

3

Criaturas maravillosas

No hay duda de que existen poderosos argumentos prácticos y económicos para conservar las especies de insectos que son valiosas para los humanos o lo serán en un tiempo futuro. Sin embargo, cuando justificamos su conservación basándonos en este enfoque antropocéntrico, obviamos otros argumentos más convincentes que se pueden aplicar a todas las especies. Al finalizar mis conferencias, es muy habitual que alguien me pregunte: «¿Para qué sirve la especie X?», donde X puede ser cualquier babosa, mosquito, avispa u otra criatura que al que plantea la pregunta le parece desagradable. En el pasado, intentaba responder mediante una justificación ecológica, explicaba los múltiples y diversos papeles que desempeña la especie X, incluidos algunos que son de gran utilidad para los humanos. Por ejemplo, de las babosas diría que son el alimento favorito del lución (un lagarto) y que también se las comen muchas aves y mamíferos, como los erizos, y otras criaturas que nos suelen gustar. Algunas babosas ayudan a descomponer la materia orgánica, otras son depredadoras de otras babosas, etc. De forma parecida, cuando vivía en Escocia me solían preguntar para qué sirven los jejenes. Si visita las Tierras Altas a final de verano descubrirá muy pronto lo molestas que son estas pequeñas moscas marrones, apenas perceptibles a simple vista. Puede que sean minúsculas, pero los enjambres de estos amiguitos chupadores de sangre incomodan bastante, tanto que, según se cuenta, en 1872, la reina Victoria huyó de un pícnic en las Tierras Altas tras ser «medio devorada»

por estas pequeñas criaturas. No es la única: se ha calculado que los jejenes causan unas pérdidas a la industria turística escocesa de unos 268 millones de libras al año por culpa de la pérdida de visitantes. Pero incluso estas criaturas desempeñan papeles importantes. Son diminutas, su envergadura es de unos 2 mm y no pesan más de 2 milésimas de gramo.[1]Pero cuando surgen de repente 250.000 de un metro cuadrado de pantano, equivalen a 1,25 toneladas por hectárea de alimento para muchas aves, entre ellas golondrinas y aviones, y nuestras especies más pequeñas de murciélagos. Solo en el Reino Unido viven nada más y nada menos que 650 especies de jejenes, de las cuales solo pican el 20 %. Se sabe muy poco del papel que desempeñan sus etapas larvarias. De hecho, nos quedan por describir las etapas larvarias de muchos insectos. En los trópicos, por ejemplo, una especie de jején es la única polinizadora de las flores del árbol del cacao, lo que significa que sin ellos no tendríamos chocolate, por lo que al menos algunos son muy importantes.

En los últimos tiempos, he intentado darle la vuelta a la pregunta. ¿Por qué tenemos que justificar la existencia de las babosas o los jejenes basándonos en lo que hacen por nosotros o por el ecosistema? ¿Tienen que servir para algo?

Recuerde la frase de Aldo Leopold que cité hace unas páginas: «La primera regla de la manipulación inteligente es mantener intactas todas las partes». Sin embargo, a pesar de lo que dijo, sí que existen algunos insectos y otras criaturas cuya extinción no tendría ningún impacto sobre nosotros, ni ecológico ni económico. La tijereta gigante de Santa Elena se extinguió, y nadie se enteró. Solo hace unas pocas décadas, vivía en las colonias de aves acuáticas en esa remota isla del Atlántico, pero desde 1967 nadie ha visto un ejemplar vivo de esta espléndida bestia de 8 cm. Seguramente, su extinción tuvo que ver con la introducción de roedores en la isla. Cualquiera que fuese el papel ecológico que desempeñara, su pérdida no acarreó repercusiones ecológicas o, al menos, no se ha informado de ninguna. Los wetas gigantes de Nueva Zelanda (enormes grillos acorazados de color marrón) son unos de los insectos más pesados del mundo. Viven en los bosques

húmedos nativos, por los que se desplazan con gran lentitud. Podrían extinguirse por razones similares a las que he expuesto anteriormente y sería poco probable que su desaparición tuviera consecuencias adversas, salvo el disgusto que causaría a algunos entomólogos neozelandeses. Por ejemplo, el grillo *Decticus verrucivorus* podría desaparecer de sus últimos refugios en los South Downs, cerca de donde vivo, y la mariposa hormiguera de lunares podría correr el mismo destino en el sudoeste de Inglaterra. En ambos casos, estoy bastante seguro de que esas extinciones no provocarían ninguna catástrofe ecológica.

¿Acaso tenía razón Robert Winston? ¿Es posible que «no necesitemos tantos insectos»? ¿Podríamos, los humanos, sobrevivir en un mundo cuya biodiversidad fuera mínima? Hay zonas de Kansas o Cambridgeshire dedicadas a la agricultura intensiva que están muy cerca de ese punto. Pronto tendremos el poder de erradicar especies enteras a nuestro antojo. Por ejemplo, mediante la tecnología de ingeniería genética conocida como impulso genético, se pueden exterminar poblaciones de laboratorio del mosquito *Anopheles gambiae*. En un futuro cercano, podremos usar esa técnica para eliminar esta especie de la naturaleza (por suerte, esta tecnología todavía no ha llegado a la fase de prueba de campo).[2]Si un día tenemos ese poder, ¿deberíamos utilizarlo? ¿Y dónde nos detendríamos? En teoría, una única liberación podría eliminar la especie objetivo de todos los continentes, por lo que es lógico preguntarse cómo se controlará esta tecnología a nivel internacional. ¿Quién decidirá qué especie vive y qué especie muere? ¿Cuál será la que siga a los mosquitos? ¿Será un tipo de babosa, de cucaracha o de avispa? ¿Cuándo decidiremos que ya hemos eliminado suficientes especies de insectos?

La tecnología también se utiliza de un modo bien diferente. Ingenieros de robótica de laboratorios de todo el mundo están desarrollando abejas robot para polinizar cultivos. La razón que esgrimen es que cada vez hay menos abejas y pronto necesitaremos un sustituto. ¿Es este el futuro que deseamos para nuestros hijos? En ese mundo futuro nunca verán flores silvestres o mariposas revoloteando alrededor de ellas, ni oirán el sonido de las aves

cantoras. El zumbido de los insectos será reemplazado por el ruido de un dron que hará de polinizador.

Para mí, el valor económico de los insectos es solo una herramienta con la que convencer a los políticos de que estas criaturas son muy importantes, y como solo valoran el dinero, les demuestro que los insectos contribuyen a la economía. Pero, para ser honesto, su valor económico no es la razón por la que intento defender su causa. Lo hago porque son maravillosos. La visión de la primera mariposa limonera del año, un destello de alas amarillas doradas que atraviesa mi jardín el primer día cálido de finales de invierno, llena mi corazón de alegría. Lo mismo me ocurre con el sonido que emiten los saltamontes longicornios entre los arbustos en las tardes estivales, o con el de los torpes abejorros zumbando entre las flores o con la visión de una vanesa de los cardos disfrutando del sol primaveral después de su larga migración desde el Mediterráneo. Todos serenan mi alma. No puedo ni imaginar lo inhóspito que sería el mundo sin ellos. Estas pequeñas maravillas me recuerdan lo maravilloso y fascinante que es el mundo que hemos heredado. ¿De verdad vamos a condenar a nuestros nietos a vivir en un mundo en el que no puedan gozar de estas maravillas?

Los insectos no solo son hermosos. También son fascinantes, extraños y totalmente diferentes de nosotros en muchos aspectos. Expondré algunos ejemplos. Algunos membrácidos (parientes exóticos de los áfidos) han evolucionado de tal forma que su apariencia es exactamente igual a la de una espina afilada, presumiblemente como camuflaje, pero también para dificultar que los depredadores se los traguen. Cuando grupos de ellos se alimentan en el tallo de una planta, se parecen a una zarza espinosa. El membrácido de Brasil y Ecuador *Bocydium globulare* se caracteriza por poseer un tallo que emerge de la parte posterior de su cabeza y se ramifica acabando en cinco bolas peludas y una larga espina que apunta hacia atrás. Se ha sugerido que con este aspecto pretende simular que está infectado con un hongo *Cordyceps*, el cual produce cuerpos fructíferos que salen de la cabeza de su insecto anfitrión, con lo que evitaría los ataques de los depredadores, a los que no les gustaría comerse una presa

infectada. Nunca se ha investigado. Lo mismo ocurre con un pentatómido de Tailandia cuyo escudo tiene un peculiar parecido con Elvis. Algunas orugas de las mariposas papiliónidas logran parecerse a un pájaro. Otras orugas se parecen a arañas, flores, serpientes, ramitas o vainas. Los hemípteros de la familia Fulgoridae, parientes de las cigarras de las Américas, parece que llevan puesta una cáscara de cacahuete sobre la cabeza. Se desconoce el motivo. La familia de los gorgojos está compuesta por escarabajos pequeños y marrones con alguna excepción. Los machos del gorgojo jirafa de Madagascar son de color rojo y negro brillantes, con una pequeña cabeza suspendida en el extremo de un cuello enormemente largo, que utilizan para tratar de expulsar a sus rivales de las copas de los árboles en sus torpes batallas por las hembras. Algunas polillas macho pueden extrudir gigantescos apéndices peludos de su parte trasera, los llamados «lápices de pelo», que las ayudan a emitir seductoras feromonas en la brisa nocturna.

Aparte de la casi infinita variedad de apariencias extrañas y maravillosas, los insectos han desarrollado una asombrosa variedad de comportamientos peculiares. Por ejemplo, mientras que la mayoría de las polillas beben néctar, a los machos de la polilla vampiro (especie *Calyptra*), que habitan en Japón y Corea, les gusta la sangre y apuñalan con sus lenguas dentadas a los humanos si se les presenta la oportunidad. En Madagascar vive una polilla, *Hemiceratoides hieroglyphica*, que chupa las lágrimas saladas de debajo de los párpados de las aves dormidas. En Sudamérica, los científicos descubrieron una subfamilia de polillas que, cuando son orugas, se alimentan únicamente de las heces de los perezosos. En la fase adulta viven entre el pelaje de estos animales y ponen sus huevos en los excrementos frescos tan pronto como se producen.

Algunas de las muchas y extrañas especies de membrácidos de Centroamérica descritas e ilustradas por William Weekes Fowler (1894). Véase «Lecturas adicionales».

La mosca de la fruta *Drosophila bifurca* produce espermatozoides que miden 5,8 cm de longitud, unas veinte veces más largos que la propia mosca. Cuando están dentro del macho pasan la mayor parte de su vida enroscados como un imposible nudo gordiano, pero son capaces de desenredarse cuando están dentro de la hembra. Se ve que, en esta especie, es mejor contar con un espermatozoide cuanto más largo mejor para desplazar a los competidores de menor tamaño en la carrera por fertilizar los óvulos de la hembra.

Los piojos de los libros viven en ambientes muy húmedos. En algunas especies brasileñas que viven en cuevas, es la hembra la que se sube encima del macho durante el apareamiento. Inserta en él una estructura grande, inflable y espinosa similar a un pene para

succionar su esperma. El pene espinoso de la hembra consigue que no se despeguen hasta que haya finalizado la tarea, la cual puede durar más de cincuenta horas. Sin embargo, se puede decir que ese apareamiento es breve si lo comparamos con algunos insectos palo, los maestros del sexo tántrico del mundo de los insectos, que pueden estar copulando durante semanas. El récord está en setenta y nueve días.

Incluso según los estándares de los insectos, podemos decir que los estrepsípteros son bastante peculiares. Tienen un orden para ellos solos, Strepsiptera, y muy pocas personas han podido ver algún ejemplar, aunque se encuentran en todo el mundo. La hembra vive como parásita en el interior de una abeja, avispa o saltamontes, dependiendo de la especie. Cuando se ha desarrollado por completo, puede ocupar el 90 % del espacio interior del desafortunado hospedador, pero este sigue vivo y activo. Incluso siendo ya adultos, los estrepsípteros no tienen ni ojos, ni patas ni alas, por lo que se parecen a una babosa. Esta criatura aparentemente indefensa saca su cabeza entre los segmentos del abdomen de su hospedador y libera una feromona para atraer a los machos, unos insectos voladores pequeños y delicados que solo tienen un par de alas oscuras y triangulares. El macho se aparea con la hembra mientras esta sigue en el interior de su hospedador y luego muere rápidamente por el esfuerzo realizado. Da a luz bastantes crías vivas, que la consumen y luego se arrastran fuera del cuerpo del anfitrión para ir en busca de uno nuevo. En el caso de los estrepsípteros que atacan a las abejas, las larvas parásitas suben a las flores esperando el momento en el que llegue la abeja adecuada. Cuando eso ocurre, se montan sobre ella y la acompañan de regreso al nido, donde se esconderán entre su descendencia y completarán, de esta manera, su extraño ciclo vital.

Cualquiera de estas fantásticas criaturas merecería que un especialista le dedicara su vida profesional o al menos una divertida tesis. Hemos puesto nombre a un millón de insectos, pero muchos de ellos no han sido estudiados todavía, por lo que quién sabe qué descubrimientos fascinantes esconden. Dado que se cree que hay alrededor de cuatro millones de especies más a las que

todavía no se les ha puesto nombre, no hay duda de que los científicos estarán ocupados durante milenios estudiando esas especies desconocidas. ¿No sería el mundo menos rico, menos sorprendente, menos maravilloso si estas peculiares criaturas no existieran?

Por lo tanto, podemos afirmar que los insectos son importantes, práctica y económicamente, y que son una fuente de alegría, inspiración y asombro, pero en el fondo ambos argumentos son egoístas, ya que se centran en lo que hacen los insectos por nosotros. Existe otra razón por la que debemos cuidar de los insectos y del resto de las formas de vida de nuestro planeta, grandes y pequeñas, y no se centra en el bienestar de los humanos. Todos los organismos que viven en la Tierra tienen el mismo derecho que nosotros a estar aquí. ¿Es usted religioso? Si la respuesta es afirmativa, ¿cree usted realmente que Dios creó todas estas maravillosas formas de vida solo para que las destruyamos imprudentemente? ¿Piensa que Él o Ella creó los arrecifes de coral para que se fueran blanqueando y muriendo por culpa de la inmensa cantidad de plásticos que pueblan sus aguas? ¿Le parece verosímil que Él o Ella se molestase en crear cinco millones de especies de insectos para que nosotros las eliminemos sin ni siquiera habernos percatado de la existencia de muchas de ellas?

Por otro lado, si usted no es creyente y acepta que las especies evolucionaron durante miles de millones de años en lugar de ser creadas por un ente sobrenatural con una obsesión por los escarabajos,[3]se dará cuenta de que nosotros, los humanos, tan solo somos una especie algo inteligente y destructiva de mono, no más importante que cualquiera de los diez millones de especies animales y vegetales que pueblan la Tierra. Siguiendo con ese razonamiento, nadie nos concedió el dominio sobre el resto de las criaturas; no tenemos ningún derecho moral otorgado por Dios para saquear, destruir y exterminar.

Religiosos o no, la mayoría de nosotros estaremos de acuerdo en que no se debería permitir que los ricos y poderosos opriman o se queden con las posesiones de los pobres y los indefensos (aunque, por supuesto, *permitimos* que ocurra todo el tiempo). De

forma parecida, en docenas de películas de ciencia ficción, desde *La guerra de los mundos* en adelante, llegan a nuestro planeta alienígenas más inteligentes que nosotros, deciden que la raza humana es redundante y nos eliminan para poder saquear la Tierra para sus propios fines o para construir una autopista interestelar. Por supuesto, en estas películas, los alienígenas son los malos y al final suelen triunfar los humanos, a pesar de que las probabilidades están en su contra.

¿Cuándo nos daremos cuenta de lo hipócrita que es nuestra posición? En nuestro planeta, los malos *somos* nosotros, ya que aniquilamos irreflexivamente toda forma de vida para nuestra propia conveniencia. Creemos que los extraterrestres de la película *Independence Day* no tienen derecho a conquistar nuestro planeta. Me pregunto qué pensará un orangután cuando ve cómo destruimos sus bosques. No tendría que ser necesario buscar una razón que justifique que les permitamos existir. ¿Acaso no tenemos un deber moral de cuidar de todos aquellos con los que compartimos el planeta Tierra, sean hermosos o feos, desempeñen funciones vitales para el ecosistema o sean completamente intrascendentes, sean pingüinos, osos panda o pececillos de plata?

El escarabajo bombardero

Los insectos han desarrollado muchas y fascinantes defensas contra los depredadores. Algunos, entre ellos varias mantis, polillas y saltamontes, saben camuflarse con el entorno, otros tienen enormes ojos falsos que les hacen parecer grandes y peligrosos, mientras que los hay que utilizan colores brillantes para advertir a quien se acerque de que su piel está embadurnada de veneno.

Pocas defensas son tan drásticas y efectivas como la utilizada por el escarabajo bombardero. Este escarabajo de tamaño medio y de aspecto inofensivo posee una habilidad única. En su parte inferior posee un depósito lleno de una mezcla de peróxido de hidrógeno e hidroquinonas. Cuando se siente atacado, inyecta esos dos compuestos químicos en un compartimento cuyas paredes gruesas están revestidas con catalizadores que hacen que las dos sustancias químicas reaccionen violentamente, produciendo una pequeña y audible explosión contenida que el insecto dirige hacia el exterior desde su extremo posterior. De esta forma, rocía con benzoquinonas tóxicas y casi hirviendo al desafortunado asaltante. Los depredadores pequeños, tales como otros insectos, pueden morir al instante, mientras que es muy posible que los de mayor tamaño (por ejemplo, algún pájaro), opten por retirarse inmediatamente, yo mismo me he quemado las yemas de los dedos al coger inadvertidamente una de estas criaturas, y puedo dar fe de que la experiencia es impactante. El joven Charles Darwin, un ávido recolector de escarabajos, se colocó una vez un escarabajo en la boca porque se había quedado sin frascos vacíos en los que colocarlo. Por suerte para él, no se trataba de un escarabajo bombardero.

Segunda parte
El declive de los insectos

4

Pruebas del declive de los insectos

Casi todos los expertos están de acuerdo en que estamos viviendo en el «Antropoceno», una nueva época geológica en la que los ecosistemas y el clima de la Tierra están siendo alterados principalmente por las actividades llevadas a cabo por los humanos. Aborrezco ese término, pero no puedo negar que es apropiado.

Una característica de esta nueva era de la historia de la Tierra es la aceleración de la desaparición de biodiversidad: la pérdida de animales y plantas silvestres y de comunidades completas de organismos. La opinión pública se acuerda de este hecho cuando escucha que alguna especie se está extinguiendo, especialmente cuando se trata de mamíferos grandes como el gorila de montaña, el elefante africano o si se habla de aves que ya se han extinguido como la paloma migratoria o el dodo. Estas criaturas grandes y carismáticas llegan al corazón del público, y suelen ser utilizadas por organizaciones conservacionistas como «especies bandera», para recaudar fondos para sus campañas. Es desgarrador ver imágenes de los últimos rinocerontes blancos del norte (en el momento de escribir esto solo quedan dos y ambos son hembras) o del solitario George, la última tortuga de la isla Pinta, deambulando lentamente en su cercado a la espera de la extinción.

Sabemos con certeza que durante la era moderna (cuyo origen se suele situar aproximadamente en el año 1500) se han extinguido ochenta especies de mamíferos y 182 de aves. Huelga decir que

este período de tiempo no incluye la ola de «extinciones de megafauna» que tuvieron lugar durante el Pleistoceno tardío, hace unos cuarenta mil años, cuando el hombre dio sus primeros pasos por el planeta y acabó con casi todos los mamíferos grandes y aves no voladoras que una vez vagaron por la Tierra. Sin embargo, últimamente han aparecido pruebas que demuestran que la vida silvestre global está siendo golpeada con mucha más dureza que la que reflejan las cifras de especies extintas.

Hay muchas especies que todavía no se han extinguido, pero está claro que hay muchos menos animales salvajes que antes. Hace poco, el científico israelí Yinon Bar-On publicó un artículo de referencia en el que calcula que, desde la aparición de la civilización humana, hace diez mil años, la biomasa de animales silvestres ha caído un 83 %. Para decirlo de otro modo, casi cinco de cada seis animales salvajes han desaparecido. También se puede apreciar la escala del impacto causado por los humanos en otra de sus asombrosas estimaciones. Según Bar-On, los mamíferos salvajes representan ahora solo el 4 % de toda la biomasa de mamíferos, nuestro ganado (principalmente vacas, cerdos y ovejas) supone el 60 % y nosotros, los humanos, el 36 % restante. Es difícil de asimilar, pero, si tiene razón, las cinco mil especies de mamíferos de nuestro mundo (ratas, elefantes, conejos, osos, leminos, caribús, ñus, ballenas...) solo suponen una quinceava parte del peso de nuestras reses y cerdos, y los mamíferos salvajes están en una desventaja de 1 a 9 respecto a los humanos. Ese mismo científico también calculó que el 70 % de toda la biomasa aviar corresponde a las aves de corral. Esto es el Antropoceno.

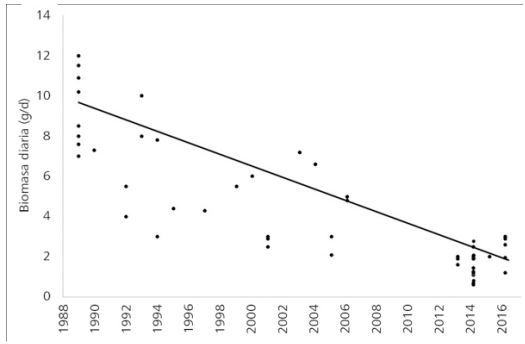
También en 2018, el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF, por sus siglas en inglés) y la Sociedad Zoológica de Londres publicaron el «Informe Planeta Vivo», según el cual, entre 1970 y 2014, la población total mundial de vertebrados salvajes (peces, anfibios, reptiles, mamíferos y aves) se redujo en un 60 %.[1]Si nos limitamos al intervalo de tiempo que dura nuestra vida (yo nací en 1965), más de la mitad de nuestros vertebrados salvajes se han extinguido. No estamos haciendo prácticamente nada para ralentizar este declive (y en cambio, hacemos muchas cosas que lo

aceleran), por lo que es lógico preguntarse, ¿qué quedará dentro de otros cuarenta y cuatro años? ¿Qué mundo heredarán nuestros hijos?

Aunque el declive de vertebrados salvajes es catastrófico, se está produciendo otro cambio mucho más dramático a nuestro alrededor. Sus implicaciones para el bienestar de los humanos son mucho más profundas. La mayoría de las especies conocidas son de invertebrados, es decir, criaturas sin columna vertebral, y el grupo de invertebrados terrestres más dominante es el de los insectos. Estas criaturas están menos estudiadas que los vertebrados y no sabemos nada sobre muchas especies del millón a las que hemos puesto nombre; desconocemos por completo su biología, distribución y abundancia. A menudo, lo que tenemos es un «espécimen» exhibido en un museo, con una placa en la que se informa de la fecha y lugar de captura. Además del millón de especies nombradas, se calcula que deben existir al menos otros cuatro millones de especies que todavía no hemos descubierto.[2]Aunque todavía nos quedan décadas para catalogar toda la impactante diversidad de insectos que viven en nuestro planeta, las pruebas nos dicen que estas criaturas están desapareciendo a gran velocidad.

En 2015, miembros de la Sociedad Krefeld contactaron conmigo. Se trata de un grupo mixto de entomólogos, aficionados y profesionales, que desde finales de la década de 1980 han estado atrapando insectos voladores con trampas Malaise en reservas naturales de diversas partes de Alemania. Las trampas Malaise, llamadas así por su inventor, el científico y explorador sueco René Malaise, son unas estructuras similares a tiendas de campaña que van atrapando de forma pasiva cualquier tipo de insecto volador que tenga la mala suerte de tropezarse con ellas. Los entomólogos alemanes estuvieron recolectando insectos durante casi diecisiete mil jornadas en sesenta y tres lugares y en un período que abarcaba veintisiete años. En total fueron cincuenta y tres kilogramos de insectos (¡pobrecitos!). Me enviaron los datos para preguntarme si los podía ayudar a sacar alguna conclusión y a preparar un artículo para publicarlo en una revista científica.

Cuando vi los números e hice algunos gráficos sencillos me empecé a preocupar. En el período de veintisiete años del estudio (de 1989 a 2016), la biomasa total (es decir, el peso) de los insectos atrapados en sus trampas se redujo en un 75 %. A mediados de verano, cuando en Europa los insectos están más activos, el declive era mucho más pronunciado (un 82 %). Al principio pensé que había algún error, porque me parecía una caída demasiado drástica para ser creíble.



Declive de la biomasa de insectos en las reservas naturales de Alemania, entre 1989 y 2016. Los insectos se atraparon utilizando trampas Malaise estandarizadas. El peso total de insectos capturados por trampa y día se redujo en un 75 % durante los veintisiete años que duró el estudio. Véase Hallmann *et al.* (2017) en «Lecturas adicionales».

Ya sabíamos que la vida silvestre en general estaba sufriendo un descenso constante, pero que desaparecieran tres cuartas partes de insectos a tal velocidad suponía que el ritmo y la escala del declive eran mucho mayores de lo imaginado.

Escribimos el artículo e intentamos que fuera publicado en las revistas científicas más prestigiosas, *Nature* y *Science*, pero no lo encontraron suficientemente interesante. Después de presentarlo en varios lugares, finalmente fue publicado en una revista llamada *PLoS ONE*.

Por suerte, el estudio tuvo una repercusión mundial y desde entonces ha generado muchos debates. Algunos dicen que el

conjunto de datos no es sólido, señalando que hacen referencia únicamente a la biomasa (peso) y que ni se contó el número de insectos ni se identificaron todos los especímenes. En resumen, lo que los críticos estaban sugiriendo es que la pérdida de biomasa podría explicarse por la pérdida de unas pocas especies de insectos pesados y, de hecho, es posible, en teoría, que el *número* real de insectos pudiera seguir siendo estable, o incluso haber aumentado, si las especies grandes fueron reemplazadas por otras mucho más pequeñas. También señalaron que algunos de los sesenta y tres lugares se muestrearon solo una vez al año, mientras que en otros se hizo varias veces durante toda la investigación. En un estudio perfecto y con financiación ilimitada, cada uno de los lugares se podría haber muestreado cada año durante los veintisiete que duró el estudio. Ian Boyd, en ese momento científico principal del Departamento de Medioambiente, Alimentación y Asuntos Rurales (DEFRA, por sus siglas en inglés), el departamento del Gobierno del Reino Unido responsable del medioambiente, se mostró bastante escéptico respecto al estudio y señaló que también podría existir un sutil sesgo inherente en los datos a largo plazo de las poblaciones: los científicos tienen una mayor propensión a estudiar lugares en los que creen que los animales que les interesan son más comunes. Las poblaciones de todos los organismos suelen fluctuar con el paso del tiempo; algunas aumentan, otras se reducen. Las poblaciones de un tamaño mayor que la media tienen más probabilidades de reducirse que de aumentar (un concepto que los estadísticos llaman «regresión a la media»). Puede que sea más fácil de entender si nos imaginamos la situación inversa. Suponga que un científico escoge una serie de lugares en los que su organismo elegido *no* suele estar (lo cual sería una locura). Con el paso del tiempo la población solo podrá mantenerse o aumentar. Dicho esto, el estudio alemán se centró en las reservas naturales que durante esa época gozaban de buena salud y cuya gestión pretendía fomentar la vida silvestre. Los datos del estudio alemán eran los mejores que podíamos tener y el patrón que muestran es muy sólido; es difícil no llegar a la conclusión de que la biomasa de insectos ha sufrido un gran declive.

Después de la publicación del estudio Krefeld, a finales de 2017, surgió la polémica en torno a si se estarían produciendo descensos similares a nivel global o si se trataba de un problema restringido a las reservas naturales alemanas. Dos años después, en octubre de 2019, la cuestión empezó a aclararse cuando un equipo diferente de científicos alemanes dirigido por Sebastian Seibold, de la Universidad Técnica de Múnich, publicó las conclusiones de un riguroso estudio para el que se recogieron datos durante diez años (de 2008 a 2017) sobre las poblaciones de insectos de los bosques y praderas alemanes. Estudiaron 150 puntos situados en praderas y otros 140 en bosques. Los lugares de estudio situados en praderas abarcaban un amplio espectro de hábitats que iban desde pastos de cultivo intensivo hasta praderas ricas en flores. Con los bosques hicieron lo mismo. Su rango abarcaba desde plantaciones de coníferas gestionadas por particulares hasta bosques antiguos de frondosas. Las praderas fueron muestreadas mediante redes de barrido para atrapar insectos entre la vegetación, mientras que en los bosques utilizaron trampas de metacrilato con las que atrapaban principalmente insectos voladores. A diferencia del estudio Krefeld, Seibold y sus colaboradores recogieron datos de los mismos sitios durante el tiempo que duró el estudio, y algunos de esos sitios son los típicos en los que uno espera encontrar muchos insectos, mientras que en otros las perspectivas eran mucho peores. De esa forma, superaron el problema que, según Ian Boyd, restaba credibilidad al estudio anterior. También disponían de los recursos necesarios para contar los más de un millón de artrópodos que atraparon (incluidos algunos que no eran insectos, como arañas y típulas) y para identificar unas 2.700 especies diferentes. Dado que el tiempo que duró el estudio no fue mucho (solo diez años), los resultados fueron profundamente preocupantes, ya que la tasa de descenso interanual era incluso mayor que la descrita en el estudio Krefeld. Las praderas son las que sufrieron una mayor pérdida, ya que desapareció una media de dos tercios de su biomasa de artrópodos (insectos, arañas, cochinillas de la humedad, etc.), un tercio de las especies y cuatro quintas partes de su población total de artrópodos. En los bosques,

la biomasa se redujo en un 40 %, perdiendo así más de un tercio del número de especies. La cantidad total de artrópodos cayó un 17 % (este último dato no llegó a alcanzar la «significación estadística»).[3]Y eso teniendo en cuenta que, aparte de un puñado de aplicaciones de herbicidas llevadas a cabo en los lugares de estudio, ninguno de ellos fue tratado con pesticidas. Sin embargo, la reducción general era mayor en los lugares rodeados de una mayor proporción de tierras agrícolas.

Si analizamos conjuntamente el estudio Krefeld y el de Sebastian Seibold y sus colaboradores, los lugares muestreados son más de trescientos cincuenta, por lo que queda muy claro que, en Alemania, las poblaciones de insectos están sufriendo un descenso que cada vez es más rápido, al menos desde la década de 1980. Tal como lo expresó el profesor William Kunin, de la Universidad de Leeds, en un comentario que acompañaba al artículo de Seibold: «El veredicto es claro. Al menos en Alemania, el declive de los insectos es real, y es tan grave como se temía».

¿Y qué ocurre en el resto del mundo? ¿ Ocurre algo en Alemania que la hace diferente? Parece bastante improbable. En Alemania, tanto el uso que se hace de la tierra como las prácticas agrícolas utilizadas son bastante similares a los de los países vecinos. En toda la Unión Europea existen leyes y políticas comunes. El campo se parece mucho, por ejemplo, al francés, y los pesticidas disponibles son los mismos. Hasta donde yo sé, la única diferencia entre Alemania y el resto de los países es que los alemanes tuvieron la precaución de empezar antes a vigilar sus poblaciones de insectos, mientras que el resto de nosotros solo lo hicimos con algunos grupos selectos. Esta es la razón por la que nos faltan datos concretos de otros lugares.

Los únicos insectos que hemos estado controlando desde 1970 en varios lugares del mundo, desde California hasta Europa pasando por Ohio, son las mariposas y las polillas, y todas ellas muestran patrones generalizados de declive, aunque rara vez tan drásticos en magnitud como los observados en Alemania. El ejemplo más conocido es el de la mariposa monarca (*Danaus plexippus*), una criatura espectacular e icónica que se puede

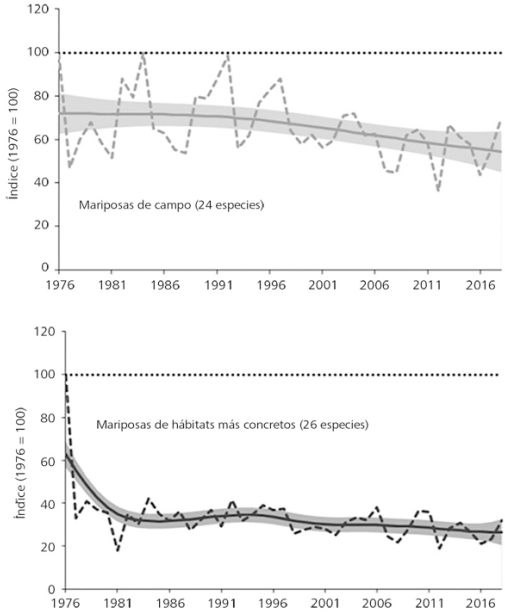
encontrar a lo largo y ancho de Estados Unidos y en el sur de Canadá durante la primavera y el verano. Existen dos poblaciones diferentes más o menos separadas, una al este de las Rocosas y otra al oeste. La monarca del este es famosa por su larga migración; en marzo, las monarcas se dirigen hacia el norte desde sus lugares de hibernación, las montañas de la Sierra Madre de México, y se reproducen durante su viaje. Las sucesivas generaciones llegan a Canadá a principios de verano. Cuando llega el otoño, vuelan esos casi 5.000 kilómetros de vuelta, de Canadá a México. El aspecto más sorprendente de esta migración es que las mariposas regresan a los mismos lugares cada otoño, a pesar de que fueron sus bisabuelos, ya fallecidos, los que partieron de allí en primavera. ¿Cómo pueden conocer la ruta? Mientras tanto, la monarca occidental realiza un viaje más corto, pero igual de impresionante, desde Canadá hasta sus lugares de hibernación situados en la costa californiana. En 1997, tres científicos californianos visionarios, Mia Monroe, Dennis Fray y David Marriot, empezaron a contar las mariposas que pasaban el invierno en sus lugares de hibernación, agrupadas en los árboles. Para ellos y para los doscientos voluntarios asistidos y coordinados por la Sociedad Xerces (una organización estadounidense sin ánimo de lucro dedicada a la conservación de los insectos), contar mariposas se ha convertido en una actividad habitual de los días de Acción de Gracias y Año Nuevo. Desgraciadamente, Fray y Marriot fallecieron en 2019, aunque pudieron ser testigos del terrible declive que sufren sus amadas monarcas. En 1997, alrededor de 1,2 millones de mariposas occidentales hibernaron en California. Pero en 2018 y 2019 fueron menos de treinta mil, una reducción de aproximadamente el 97 %. A la población oriental le ha ido un poco mejor, aunque, durante los nueve años anteriores a 2016, el número de individuos que llegó a México se redujo en un 80 %.

La monarca no es la única mariposa que está desapareciendo paulatinamente. Puede que las poblaciones de insectos mejor estudiadas de todo el mundo sean las mariposas del Reino Unido. No se reúnen una vez al año como las americanas, un hecho que facilitaría su contaje, así que voluntarios del Plan de Seguimiento

de las Mariposas recorren los transectos y las cuentan durante la primavera y el verano. Este plan fue creado por el innovador entomólogo Ernie Pollard, quien trabajó para el (ya inexistente) Instituto de Ecología Terrestre, cuya base se encontraba en la Estación de Investigación Monks Wood en Cambridgeshire, Inglaterra. Pollard creó un sencillo protocolo que consistía en caminar por una ruta fija cada dos semanas durante la primavera y el verano, contando todas las mariposas que se encontrasen a menos de dos metros a cada lado del camino. Conocido ahora como los «paseos Pollard», el protocolo ha sido adoptado por otras organizaciones de diversos lugares del mundo y adaptado para otros grupos de insectos. El plan se puso en marcha en 1976 con 136 transectos y en la actualidad tiene más de 2.500 distribuidos por todo el Reino Unido. Es el plan de registro de insectos de mayor envergadura y más antiguo del mundo. Las tendencias que revelan esos datos son muy preocupantes. La cantidad de mariposas de campo (especies comunes que se encuentran en las granjas, jardines y espacios similares, como las mariposas loba y las pavo real), se redujo en un 46 % entre 1976 y 2017. Otras mariposas cuyos hábitats son más concretos, especies menos adaptables que suelen ser también más escasas, como las licénidas y las teclinas, se redujeron en un 77 % a pesar de los esfuerzos realizados para conservarlas (aunque habría que decir que el primer año del estudio, 1976, fue inusualmente cálido en el Reino Unido, algo positivo para estos insectos que acentuó el aparente declive posterior).

En el resto de Europa, parece ser que el declive de las mariposas es mucho más lento. Por ejemplo, según un análisis de la tendencia que seguían las poblaciones de diecisiete especies de mariposas de las praderas en toda Europa, la reducción fue de un 30 % entre 1990 y 2011.

Las primas de las mariposas, las polillas, no se pueden contar realizando transectos porque la mayoría de ellas son nocturnas. Sin embargo, se las puede atraer con luces y así capturarlas en trampas. Esa técnica es la base de un programa que estudia, a largo plazo, las poblaciones de polillas del Reino Unido.



Tendencia seguida por las poblaciones de mariposas del Reino Unido entre 1976 y 2017. La cantidad de mariposas registradas en los transectos del Reino Unido varía de un año a otro, pero se puede observar un declive general. El diagrama superior corresponde a las especies más comunes y generalistas, cuya abundancia se redujo en un 46 %; el diagrama inferior muestra el declive sufrido por especies menos comunes, cuya pérdida ha sido del 77 % (Derechos de autor de la Corona, Departamento de Medioambiente, Alimentación y Asuntos Rurales, Reino Unido [2020]. Indicadores de Biodiversidad del Reino Unido 2020).

La mayoría de los recolectores de polillas se suelen centrar en los ejemplares de mayor tamaño, ya que es mucho más fácil identificarlos, pero, como ocurre con sus parientes diurnas, el pronóstico no es positivo. La abundancia general de polillas de gran tamaño en Gran Bretaña se redujo en un 28 % en el período que va de 1968 a 2007. En la zona sur, más urbana y cuyos campos están muy explotados, el recuento global se redujo en un 40 %. Un análisis mucho más reciente centrado en las polillas escocesas llegó a la conclusión de que entre 1990 y 2014 la

reducción fue del 46 %.

Solo existe otro conjunto de datos a gran escala y a largo plazo sobre las poblaciones de insectos del Reino Unido. En este caso utilizaron trampas de succión, colocadas en una torre de 12 metros de altura, diseñadas para controlar las poblaciones de pulgones (áfidos). Los pulgones no son muy buenos volando, pero se desplazan de un cultivo a otro, primero aleteando en dirección ascendente, y luego dejándose llevar por el viento, como hace el plancton aéreo, razón por la cual se utilizan torres altas para muestrearlos. Un equipo formado por unos pocos entusiastas los clasifica y cuenta, y avisa a los agricultores si detecta que se está produciendo una plaga. Chris Shortall, del Rothamsted Research en Harpenden, la estación de investigación agrícola más antigua del mundo y uno de los lugares en los que se colocó una trampa de succión, analizó los datos que proporcionaron cuatro de esas trampas entre 1973 y 2002. Aunque su propósito era atrapar pulgones, la mayor parte de la biomasa capturada en estas trampas correspondía a una especie de mosca de color negro, *Dilophus febrilis*, voladora no muy experta que tiene el desafortunado hábito de volar a unos 12 metros sobre el suelo. En tres de los cuatro lugares muestreados se capturaron muy pocos insectos al principio del estudio, y esa tendencia se mantuvo durante todo el tiempo. El cuarto lugar de muestreo, situado en Herefordshire, empezó con muchos más insectos, pero la biomasa atrapada se redujo en un 70 % en los tres años que duró el estudio.

Desde la publicación del estudio Krefeld, científicos de todo el mundo han buscado otros conjuntos de datos de estudios a largo plazo, datos olvidados que languidecen sin publicar en cuadernos o en viejos archivos de Excel. En la actualidad, aparecen cada vez más publicaciones al respecto y en casi todas ellas la tendencia es la misma. En los Países Bajos, por ejemplo, la biomasa de carábidos (escarabajos) atrapada en trampas excavadas en el suelo se redujo en un 42 % entre 1985 y 2017, mientras que la biomasa de polillas capturadas en las trampas de luz sufrió una pérdida del 61 % entre 1997 y 2017. También en los Países Bajos, el número de tricópteros (un grupo de insectos parecidos a las polillas cuyas

larvas son acuáticas) se redujo en un 60 % entre 2006 y 2016, aunque los números de hemípteros (un orden de insectos al que pertenecen los pulgones, las chicharritas y los pentatómidos) se mantuvieron más o menos estables. Mientras tanto, en el otro lado del Atlántico, en la costa de California, parece ser que entre 1988 y 2018 desaparecieron casi todas las cigarras espumadoras. Los insectos acuáticos de un río de Ghana sufrieron una reducción de su población de un 45 % entre 1970 y 2013. Los datos proceden de lugares dispersos, pero la tendencia que muestran es clara: los insectos están desapareciendo, y lo hacen a gran velocidad.

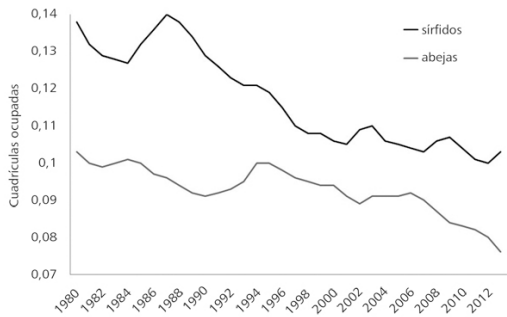
Puede que le sorprenda que todavía no haya hablado de las abejas. Después de todo, en todos los medios de comunicación se ha hablado de su declive, quizá debido a su importancia como polinizadoras. Por desgracia, no contamos con datos a largo plazo sobre la abundancia de especies silvestres de abejas. Hasta hace poco, nadie había diseñado un sistema fiable para contarlas. Sin embargo, sí que tenemos mapas de distribución precisos de algunas de las abejas más estudiadas, especialmente de los abejorros, recopilados gracias a la gran cantidad de especímenes exhibidos en diversas colecciones de museos y al trabajo de todo un ejército de entusiastas aficionados que, durante muchas décadas, han ido tomando notas sobre los ejemplares que veían. Podemos utilizar todos esos datos para trazar mapas de las distribuciones de diversas especies en diferentes períodos del pasado. De esa forma, sabemos cómo ha ido cambiando su distribución geográfica con el paso del tiempo. Por ejemplo, los registros antiguos y los especímenes exhibidos en museos demuestran que el conocido como gran abejorro amarillo (*Bombus distinguendus*) se podía encontrar por todo el Reino Unido, desde Cornualles a Kent y hacia el norte hasta Sutherland. En los últimos tiempos, solo han sido vistos en el norte y oeste de Escocia; en Inglaterra y Gales ya es una especie extinta. No podemos saber cómo fue cambiando la población británica (es decir, cuántas abejas ha habido cada año), pero el área geográfica que ocupan se ha reducido en más de un 95 %, por lo que está claro que hay muchas menos de las que había antes.

Este enfoque pone de manifiesto que las distribuciones de

muchas especies se han reducido considerablemente. En el Reino Unido, el área geográfica de trece de las veintitrés especies de abejorros se ha reducido a la mitad entre 1960 y 2012, y dos especies (*Bombus subterraneus* y *Bombus cullumanus*) se han extinguido. Hay que ser precavidos a la hora de interpretar estas estadísticas, ya que los datos en que se basan se han obtenido principalmente gracias al trabajo realizado por aficionados no remunerados (aunque a menudo con muchos conocimientos). Los patrones observados dependen en gran medida de varios factores: la cantidad de recogedores de datos que participen, cuánto tiempo pueden dedicar a la observación y registro de especímenes, si viven en el lugar o tan solo van de vacaciones o los fines de semana, etc. (Muchos de estos amables entomólogos aficionados llegan a dedicar todas sus vacaciones a la búsqueda de insectos, con gran pesar para sus familias.) Por ejemplo, si un entusiasta de las moscas se desplaza al condado inglés de Lincolnshire y se pasa los fines de semana buscando y anotando todos los ejemplares que ve, añadirá un montón de nuevos registros al mapa (aunque hay que decir que pocas personas cuentan moscas). Si posteriormente falleciera o se trasladara a otro lugar, un científico que examinara los datos años más tarde podría pensar que, en Lincolnshire, hubo un período en el que las moscas prosperaron y luego desaparecieron, cuando la explicación es que esos datos son así porque el que anotaba el número de moscas presentes en la zona dejó de hacerlo.

El número de personas que se dedican a anotar la cantidad de insectos que ven en una zona, y, por lo tanto, la cantidad de registros que se obtienen cada año, no deja de aumentar, lo que podría enmascarar los distintos declives o dar la falsa idea de que determinadas especies se están expandiendo. Recientemente, Gary Powney, del Centro de Ecología e Hidrología de Oxfordshire, realizó análisis detallados sobre cómo ha cambiado el área de distribución de todas las abejas silvestres de Gran Bretaña (no solo de los abejorros) y de los sírfidos (una familia de dípteros), utilizando complejas técnicas matemáticas que tenían en cuenta el esfuerzo realizado por la persona que anotó los datos. Descubrió

que, entre 1980 y 2013, ambos grupos de insectos sufrieron un notable declive. Desaparecieron una media de once especies por cada kilómetro cuadrado de Gran Bretaña. Dicho de una forma más sencilla, si en 1980 y de nuevo en 2013 hubiéramos buscado sírfidos y abejas en cualquier lugar del Reino Unido (pero siempre en el mismo), en nuestra segunda visita habríamos visto, de media, unas once especies menos.



Cambios en la distribución geográfica de las abejas y los sírfidos en el Reino Unido. Las líneas muestran la distribución promedio, en cuadrículas de un kilómetro, de cada especie de insecto. La línea gris corresponde a la distribución de las especies de abejas silvestres (basada en 139 especies) y la negra a la de los sírfidos (basada en 214 especies). De ese modo, por ejemplo, en 1980, cada especie de sírfido estaba presente, en promedio, en alrededor del 14% de todas las cuadrículas de un kilómetro, pero en 2013 esa cifra era tan solo del 11 % (de Powney *et al.*, 2019).

Desde 1850, en Gran Bretaña se han extinguido veintitrés especies de abejas y avispas. En Norteamérica, cinco especies de abejorros han sufrido un importante declive, tanto en abundancia como en distribución en los últimos veinticinco años. Uno de ellos, el abejorro de Franklin (*Bombus franklini*) se ha extinguido por completo. Según un estudio que se centró en los abejorros de Illinois, durante el siglo XX se extinguieron cuatro especies solo en ese estado; y en Sudamérica, el abejorro más grande del mundo, *Bombus dahlbomii* o abejorro gigante, ha pasado de ser muy común

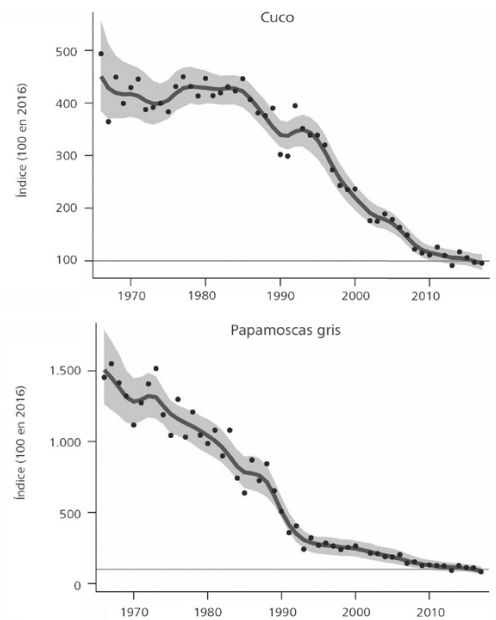
a estar cerca de la extinción en tan solo veinte años, debido a una invasión de abejorros comunes europeos que portaban enfermedades. Incluso en la remota meseta tibetana, los abejorros también están desapareciendo, en este caso por culpa del sobrepastoreo de los rebaños de yaks.

Además, aunque de la mayoría de las especies de insectos (moscas, escarabajos, saltamontes, avispas, efímeras, chicharritas, etc.) no se realiza control alguno, a menudo podemos contar con datos fiables sobre las tendencias que siguen las poblaciones de aves que dependen de esos insectos para alimentarse, y la mayoría también están sufriendo un notable declive. Por ejemplo, en Norteamérica, las poblaciones de aves insectívoras que cazan a sus presas en el aire (insectos voladores cuya biomasa ha decrecido tanto en Alemania) han menguado mucho más que cualquier otro grupo de aves, alrededor del 40 % entre 1966 y 2013. Los aviones zapadores, los chotacabras grises, los vencejos de chimenea y las golondrinas comunes también han visto reducirse su número en un 70 % durante los últimos veinte años.

En Inglaterra, entre 1967 y 2016 ha desaparecido un 93 % de la población de papamoscas grises. Otros insectívoros que antes eran muy comunes también han sufrido un importante declive, incluida la perdiz pardilla (−92 %), el ruiseñor (−93 %) y el cuco (−77 %). El alcaudón dorsirrojo, un depredador especializado en insectos grandes, se extinguió en el Reino Unido durante la década de 1990. Según estimaciones del British Trust for Ornithology, en 2012, en el Reino Unido había 44 millones de aves silvestres menos que en 1970.

Todas las cifras que aparecen en los párrafos anteriores se refieren a poblaciones de insectos y sus depredadores en países desarrollados y muy industrializados. Pero disponemos de mucha menos información sobre las poblaciones de insectos de los trópicos, el lugar en el que hay más especies. Quién sabe el impacto real que tiene la deforestación de las pluviselvas del Amazonas, el Congo o el Sudeste Asiático sobre los insectos que viven en esas regiones. Nunca sabremos cuántas especies se han extinguido antes de ser descubiertas (la mayoría de los

aproximadamente cuatro millones de especies a las que no hemos puesto todavía nombre viven en esas regiones). El biólogo estadounidense Dan Janzen ha estado estudiando los insectos de Centroamérica durante unos increíbles sesenta y seis años y los conoce mejor que nadie, aunque, a su pesar, nunca ha hecho un seguimiento sistemático de las poblaciones. Está convencido de que la mayoría de ellas han sufrido un importante declive. «Desde 1953, he sido testigo de la constante pérdida de insectos mexicanos y centroamericanos, tanto de individuos como de especies», escribió recientemente. «Nuestra casa se está quemando. No necesitamos un termómetro. Necesitamos una manguera.»



Cambio en las poblaciones de dos aves insectívoras en Inglaterra. El índice que representa la cantidad de individuos se basa en el dato de 2012, al que se adjudica un valor de 100. De esa forma, podemos ver que la población de cucos era cuatro veces mayor en 1967 que en 2012 (gráfico superior), mientras que la de papamoscas grises (gráfico inferior) era unas quince veces mayor. Ambas especies están especializadas en comer insectos y, en Inglaterra, las dos han sufrido una drástica

reducción durante los últimos cincuenta años. Recuerdo haber visto antaño muchos especímenes de ambas especies, ya que eran muy comunes, pero ahora son auténticas rarezas, por lo que es inevitable emocionarse si tienes la suerte de verlos o escucharlos. Gráficos de Massimino *et al.* (2020), con permiso del British Trust of Ornithology.

Hace poco se publicó un estudio a largo plazo sobre las poblaciones tropicales que confirma las predicciones de Janzen, ya que aporta una de las pruebas más preocupantes hasta ahora del declive de las poblaciones de insectos. En 1976 y 1977, el entomólogo estadounidense Bradford C. Lister estudió la abundancia de artrópodos en las muestras que obtuvo en el bosque de la sierra Luquillo, en Puerto Rico. Lo mismo hizo con los abaniquillos (una familia de lagartos pequeños, ágiles e insectívoros, con coloridas bolsas extensibles en la garganta que utilizan para impresionar a las parejas potenciales). Lister estaba interesado en averiguar si las distintas especies de abaniquillos competían por el alimento; en esa época, la competición entre especies era uno de los temas de moda. Dado que estos lagartos son insectívoros, utilizó redes de barrido y trampas pegajosas para averiguar cuántos insectos habitaban ese bosque. Regresó a los mismos lugares treinta y cuatro años después, y entre 2011 y 2013 repitió todos los muestreos. Descubrió que la biomasa de insectos y arañas atrapada en las redes se había reducido entre un 75 % y un 88 %, dependiendo de la época del año. La cantidad de insectos atrapados en las trampas pegajosas se redujo entre un 97 % y un 98 %. Pero la diferencia más abismal fue la que surgió de la comparación de los insectos capturados en las mismas trampas pegajosas en enero de 1977 y en enero de 2013. La biomasa atrapada pasó de 470 mg de artrópodos por día a tan solo 8 mg. «No nos podíamos creer los resultados», confesó Lister en una entrevista. «Recuerdo cómo, durante la década de 1970, después de la lluvia podías ver una gran cantidad de mariposas. El primer día de muestreos [del año 2012] apenas vi unas pocas.»

Francisco Sánchez-Bayo, ecólogo y entomólogo que trabaja en

la Universidad de Sídney, y su colaborador, Kris Wyckhuys, recopilaron recientemente todos los estudios que pudieron encontrar sobre las poblaciones de insectos silvestres (73 en total). Comprobaron que existían enormes huecos, ya que prácticamente no había estudios sobre continentes enteros como África, Sudamérica, Oceanía y Asia, lugares en los que viven gran cantidad de insectos. La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés) ha llegado a la misma conclusión. Su objetivo es controlar e informar del riesgo de extinción de las distintas especies de nuestro planeta, haciendo hincapié en las que más peligro corren, para así intentar evitarlo. La IUCN ha evaluado el estado de todas las especies de aves y mamíferos de la Tierra, pero solo ha podido evaluar el estado del 0,8 % de las especies conocidas de insectos (lo que, seguramente, equivalga al 0,2 % del total real de especies de insectos). La conclusión de Sánchez-Bayo y Wyckhuys fue que, aunque los datos a largo plazo de las poblaciones de insectos son muy irregulares, ya que no existen datos ni de la mayoría de los grupos ni de muchos países, todos los que tenemos apuntan en la misma dirección: el declive es evidente. Según su estimación más optimista, cada año desaparecen alrededor de un 2,5 %, y el 41 % de las especies de insectos están en peligro de extinción. También calcularon que las extinciones locales de insectos se producen a un ritmo ocho veces superior al de los vertebrados: «Estamos siendo testigos del mayor episodio de extinción masiva desde el Pérmico tardío (el mayor de toda la historia de la Tierra, que se produjo hace unos 252 millones de años)».

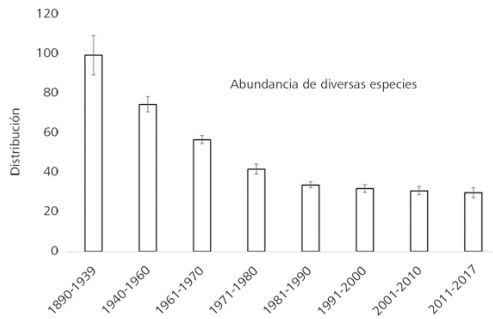
El estudio de Sánchez-Bayo y Wyckhuys fue criticado por algunos científicos, que señalaron, con razón, que, a la hora de buscar estudios, los autores utilizaron palabras clave como «insecto» y «declive», pero que, por ejemplo, no buscaron con la palabra «incremento», por lo que ya introducían un sesgo en su búsqueda. La cosa empeoró cuando el periódico *The Guardian* publicó un informe sobre su artículo en el que, al extrapolar el declive de un 2,5 % anual, dedujeron que en un siglo podrían haber desaparecido todos los insectos (una afirmación poco

probable, pues es muy posible que algunas especies de insectos como las moscas domésticas y las cucarachas nos sobrevivan).

Unos meses después, a principios de 2020, Roel van Klink y sus colaboradores de un centro de investigación de Leipzig publicaron otro análisis global, basado, en esta ocasión, en 166 conjuntos de datos a largo plazo sobre poblaciones de insectos. Entre todos esos estudios había algunos en los que se detectaron incrementos. Su conclusión fue que los insectos terrestres estaban sufriendo un declive a un ritmo de un 9 % por década, una pérdida más lenta que la planteada por el estudio de Sánchez-Bayo y Wyckhuys. Sorprendentemente, las poblaciones de insectos de agua dulce habían aumentado durante los últimos años, seguramente debido al aumento de mosquitos y jejenes en algunos lugares concretos. Basándose en este último dato, algunas personas llegaron a cuestionar que los insectos estuvieran sufriendo realmente un declive. Sin embargo, este estudio también recibió su ración de críticas, ya que fue acusado de contener defectos y errores metodológicos y de incluir conjuntos de datos en los que las intervenciones humanas habían provocado aumentos de poblaciones de insectos locales. Por ejemplo, un estudio analizó las poblaciones de libélulas antes y después de la construcción de estanques que facilitaban su alimentación; otros estudiaron poblaciones de insectos que vivían en arroyos antes y después de limpiarlos para eliminar los contaminantes que contenían las aguas. No resulta sorprendente que, en circunstancias como esas, aumente el número de insectos, pero esos estudios no nos aportan ninguna información sobre las tendencias globales de las poblaciones. Hoy en día, se sigue debatiendo cuál es la proporción exacta de insectos que han desaparecido, y es muy posible que nunca nos pongamos de acuerdo.

Una característica llamativa de los datos que tenemos sobre el declive de estas criaturas es que solo abarcan nuestra historia más reciente, en algunos casos ni siquiera abarcan mis años de vida (como ya dije, nací en 1965). Los datos más antiguos que tenemos se obtuvieron en la década de 1970, aunque muchos estudios como los que he explicado que se realizaron en Alemania empezaron

mucho después. El impacto de la humanidad sobre el planeta empezó mucho antes de 1989, año en el que empezó el estudio Krefeld, veintisiete años después de la publicación de *Primavera silenciosa*, de Rachel Carson, y más de cuarenta años después de que se generalizara el uso de pesticidas sintéticos. Parece probable, pues, que si la pérdida del 76 % de la biomasa de insectos que reflejan los estudios alemanes es real, solo sea la punta del iceberg. Un estudio reciente sobre las mariposas de los Países Bajos intentó aportar información sobre el pasado, analizando distribuciones de las especies representadas en las colecciones de los museos, un análisis parecido al que realizó Gary Powney con las abejas y sírfidos de Gran Bretaña, pero retrocediendo hasta 1890. Este trabajo sugiere que el período en el que la distribución de las mariposas de los Países Bajos se redujo más rápidamente fue entre 1890 y 1980, mucho antes de que empezara el estudio Krefeld. En general, estimaron que la distribución de las mariposas se redujo en un 84 % durante todo el período analizado (130 años, desde 1890 hasta la actualidad). Nunca podremos saber cuántos insectos había, por ejemplo, hace cien años, antes de la llegada de los pesticidas y la agricultura industrial, pero parece bastante probable que hubiera muchísimos más que los que sobreviven actualmente.



Modificación de la distribución de las mariposas en los Países Bajos, 1890-2017. Los cálculos se han realizado a partir de las localizaciones de los especímenes exhibidos en los museos, y se basan en setenta y una especies. Los cambios en la distribución se

muestran en relación con un valor de 100 adjudicado al primer período analizado. Parece ser que el declive fue mucho más rápido durante la primera mitad del siglo XX, antes de que empezásemos a controlar de forma detallada la abundancia de insectos (extraído de Van Strien *et al.*, 2019).

Avispa esmeralda

Uno de los insectos más hermosos, aunque bastante siniestro, es la avispa esmeralda, una criatura delgada de dos centímetros de largo, de color verde metálico y patas de color rojo brillante, que se encuentra en muchas zonas del África tropical y Asia.

La avispa hembra busca su presa preferida, cucarachas grandes similares a las que se encuentran en casas y restaurantes poco saludables. Cuando la encuentra, se abalanza sobre ella y la pica rápidamente en el tórax, induciéndole una parálisis temporal. En el momento en el que la cucaracha deja de moverse, la avispa inserta cuidadosamente su aguijón en la parte precisa del cerebro de la víctima que controla su reflejo de escape y lo desactiva por completo con una segunda inyección de veneno. A continuación, pasa algún tiempo masticando la mitad de cada una de las antenas de la víctima y bebiéndose las gotas de hemolinfa (sangre de insecto) que exudan, esperando a que el efecto de su primera picadura se desvanezca y que el de la segunda haga su efecto. La cucaracha pasa a ser una criatura dócil, una especie de zombi, y aunque es mucho más grande que la avispa, esta es capaz de agarrar el muñón de una de sus antenas entre sus mandíbulas y conducirla de vuelta a su madriguera como si llevara un perro con una correa. Una vez allí, deposita en ella un único huevo, que eclosionará rápidamente. La cucaracha permanecerá en el mismo estado de placidez durante la siguiente semana, más o menos, incapaz de huir o defenderse, mientras la cría de la avispa se la come viva lentamente. Primero se alimenta del exterior de la desafortunada cucaracha y después se introduce en ella y consume sus órganos vitales.

5

Líneas de base cambiantes

Un aspecto interesante de estos declives es que la mayoría de nosotros ni nos damos cuenta de que se estén produciendo. Las pruebas disponibles indican claramente que los insectos, y también los mamíferos, las aves, los peces, los reptiles y los anfibios, son mucho menos abundantes ahora que hace tan solo unas pocas décadas, pero al tratarse de un cambio tan lento es muy difícil percibirlo. Según los científicos, sufrimos el «síndrome de las líneas de base cambiantes», el fenómeno por el que aceptamos el mundo en el que crecemos como algo normal, aunque sea muy diferente del mundo en el que crecieron nuestros padres. Las pruebas también están empezando a demostrar que los humanos somos muy malos detectando los cambios graduales que se producen *durante* el tiempo que dura nuestra vida.

Unos científicos del Imperial College de Londres demostraron la veracidad de estos dos fenómenos entrevistando a algunos campesinos de la zona rural de Yorkshire. Les pidieron que citaran los nombres de las aves más comunes en la actualidad y hace veinte años, y compararon sus respuestas con datos precisos sobre qué aves eran las más comunes en ambas épocas. No resulta sorprendente que las personas de más edad acertaran más al citar las aves que eran más comunes hace veinte años. Los científicos lo llaman «amnesia generacional»: por razones obvias, los jóvenes no sabían cómo era el mundo antes de que tuvieran la edad suficiente para ser conscientes de lo que les rodeaba. Todavía más interesante fue que, aunque las personas de más edad podían recordar detalles

sobre las aves de hace veinte años, cuando nombraban las que eran más comunes en esa época, en sus respuestas existía un cierto sesgo hacia lo actual. Su memoria era imperfecta, una mezcla de recuerdos precisos mezclados con observaciones recientes. Los científicos lo llaman «amnesia personal». Nuestra memoria nos engaña, restando importancia a la magnitud de los cambios que hemos observado.

No hay duda de que muchas personas son conscientes de qué aves son las más comunes en su entorno habitual, pero pocas prestan esa misma atención a los insectos. El único aspecto del declive de estas criaturas que ha calado en la consciencia de un número significativo de personas es lo que se conoce como el «fenómeno del parabrisas». Estoy seguro de que los lectores que tengan cincuenta o más años se acuerdan de una época en la que, durante el verano, cuando recorrían en coche un trayecto largo, chocaban contra el parabrisas de su coche tantos insectos que, de vez en cuando, se veían obligados a parar para retirarlos. De forma parecida, aquel que conducía por caminos rurales durante las noches estivales veía, gracias a la luz emitida por los faros de su coche, auténticas ventiscas de polillas, como si estuviera atravesando una tormenta de nieve. En la actualidad, los conductores de Europa occidental y Norteamérica ya no tienen que limpiar sus parabrisas por esta causa. Parece poco probable que la explicación sea la mejora de la aerodinámica de los coches modernos.

Tengo un antiguo libro de recetas de vino casero, en el que una de ellas empieza de la siguiente forma: «Primero, recolecte dos galones de prímulas...». Hubo un tiempo en el que cumplir con ese primer paso era algo completamente factible, pero no es una época que yo haya vivido. Para mí, las prímulas siempre han sido muy escasas, hasta tal punto que divisar unas pocas sobresaliendo de un seto es toda una sorpresa. Esa receta es una demostración de que, no hace mucho, en nuestro entorno había muchas más flores de las que hay ahora, pero de esos lejanos tiempos ya no queda nadie que pueda atestiguarlo.

Aunque no he conocido la época en la que abundaban las

prímulas, sí creo recordar que, durante la década de 1970, había muchas más mariposas. Estoy seguro de que, cuando era niño, en los campos se podían ver todos los días revolotear bandadas de avefrías y que, en primavera, fuera donde fuera, podía escuchar el característico canto de los cucos. Los niños del nuevo milenio están creciendo en un mundo en el que las mariposas, las avefrías y los cucos son muy escasos. Sus padres nunca les han pedido que retiren los insectos muertos del parabrisas de su coche después de dar un paseo estival. Es muy posible que nunca se hayan pasado la hora de comer en el patio de su colegio atrapando saltamontes con sus manos, simplemente porque no suele haber. De igual forma que no añoro los campos de prímulas que nunca vi, nuestros hijos nunca echarán de menos estas cosas porque no las conocieron. Lo «normal» o habitual es diferente para cada generación.

Es muy posible que los hijos de nuestros hijos crezcan en un mundo en el que haya muchos menos insectos, aves y flores de los que hay en la actualidad, y también será algo normal para ellos. Puede que lean en algún libro, o más probablemente en la red, que antaño los erizos eran muy comunes y que era muy fácil toparse con uno, pero, seguramente, jamás podrán experimentar la alegría de oírles olisquear en busca de babosas en el suelo de un seto. No echarán de menos el destello de las alas de una mariposa pavo real, de igual manera que los actuales ciudadanos de Estados Unidos no echan de menos ver bandadas de palomas mensajeras, tan numerosas que en un tiempo pasado oscurecían el cielo. Puede que en la escuela les enseñen que en el mundo existieron extensos arrecifes de coral tropicales, entre los cuales se podían encontrar multitud de formas de vida, magníficas y hermosas, pero ya hará tiempo que esos arrecifes desaparecieron, por lo que, para ellos, no serán más reales que los mamuts o los dinosaurios.

Durante los últimos cincuenta años, la cantidad de vida silvestre que habita nuestro planeta ha menguado drásticamente. Muchas especies que eran comunes ahora son escasas. Si nos fijamos en cualquiera de los diversos estudios realizados en Europa que han abarcado diversos períodos de tiempo y se han centrado en grupos concretos de insectos, es fácil deducir que, desde 1970,

hemos perdido al menos el 50 %. Es posible que los declives de los últimos cien años sean mucho mayores. En algunos aspectos, Norteamérica es parecida a Europa; por ejemplo, sus métodos agrícolas son similares, pero no estamos seguros de si la pérdida de vida silvestre en el resto del mundo ha sido mayor o menor.

El hecho de que dispongamos de tan poca información de esas zonas resulta aterrador, ya que sabemos a ciencia cierta que los insectos son fundamentales, entre otras cosas, como alimento, como polinizadores y como recicladores. Aún más terrible es que la mayoría de nosotros no nos hemos percatado del cambio que está en marcha. Incluso aquellos entusiastas de la naturaleza que podemos recordar con claridad cómo eran las cosas durante la década de 1970, no podemos precisar cuántas mariposas o abejorros había cuando éramos niños. La memoria humana es muy imprecisa, sesgada y voluble y, como hemos visto en el experimento realizado con los campesinos de Yorkshire, tenemos cierta predisposición a revisar nuestros recuerdos. Puede que usted tenga una vaga y persistente sensación de que antes había más de una o dos mariposas en su lilo de verano, pero no lo puede asegurar. Igual solo es un recuerdo de un gran día.

¿Importa si nos olvidamos de cómo eran las cosas y las generaciones futuras desconocen qué es lo que se han perdido? Tal vez sea positivo que nuestra línea de base cambie, que nos acostumbremos a cómo son las cosas ahora, ya que, de lo contrario, nuestros corazones podrían romperse al echar de menos todo lo que hemos perdido. Un fascinante estudio que analiza las fotografías que se hicieron los pescadores de Cayo Hueso, Florida, con las capturas que realizaron entre 1950 y 2007, calcula que el tamaño medio de los peces atrapados ha caído desde 19,9 kg a 2,3 kg, pero las sonrisas de los pescadores son igual de amplias. Seguramente, los pescadores de hoy se deprimirían si fueran conscientes de lo que se están perdiendo, pero no es así; a veces, la ignorancia es una bendición.

Por otro lado, se podría decir que deberíamos hacer lo imposible por recordar, y aferrarnos a esa sensación de pérdida lo mejor que podamos. Los programas de seguimiento de la vida

salvaje nos pueden ser de gran ayuda, ya que cuantifican el cambio que se está produciendo. Si nos permitimos olvidar, condenaremos a las futuras generaciones a vivir en un mundo triste y empobrecido, sin saber la alegría y asombro que el canto de los pájaros, las mariposas y las abejas pueden aportar a nuestras vidas.

Hormigas cortadoras de hojas

Las hormigas cortadoras de hojas de Sudamérica forman una de las sociedades más grandes y complejas que existen en la Tierra, después de las de los humanos.

En una única colonia pueden vivir hasta 8 millones de hormigas, todas hermanas, cuidando de su madre, la reina. Toda la colonia funciona con mucha eficiencia, como si se tratase de un «superorganismo». Cada una de las obreras desempeña un papel específico y sus cuerpos están adaptados para ello; por ejemplo, las pequeñas cuidan de las crías en el nido, las medianas buscan hojas y las grandes, con sus enormes cabezas y sus terribles mandíbulas, protegen el nido de los ataques de osos hormigueros y otros posibles grandes depredadores. Algunas obreras minúsculas se suben a las espaldas de las forrajeadoras mientras estas buscan alimento para defenderlas de las moscas parásitas, que buscan poner sus huevos en las grietas de las cabezas de las forrajeadoras. Todo este complejo sistema funciona a la perfección sin que haya ningún individuo al mando. Al igual que la mayoría de los animales, las hormigas no pueden digerir celulosa, el principal componente de la materia vegetal. Sin embargo, las forrajeadoras recolectan miles de hojas cada día que se llevan a su inmenso nido subterráneo a través de senderos que serpentean por el suelo de la pluviselva. Las hojas son llevadas a unas cámaras inferiores en las que han creado un jardín de hongos, un cultivo que es atendido con meticulosidad por las obreras y alimentado con la pulpa de las hojas que ellas mismas mastican a tal fin. Los hongos sí que pueden digerir celulosa y, a cambio de ser alimentados, producen hifas con puntas hinchadas muy nutritivas conocidas como estafilas, de las que se alimentan las hormigas. Los hongos hallados en esos nidos no existen en ningún otro lugar; no pueden sobrevivir sin las hormigas y estas pronto se morirían de hambre sin ellos.

Tercera parte
Causas del declive de los insectos

¿Por qué están desapareciendo los insectos en todo el mundo? ¿Cuál es la causa? Últimamente, parece que hay tantas teorías como insectos. Algunas se sustentan en pruebas sólidas, otras son menos verosímiles y algunas son francamente tontas. El declive sobre el que más se ha debatido es el de las abejas silvestres, aunque, en la actualidad, la mayoría de los científicos creen que lo ha causado una combinación de factores antropogénicos estresantes: pérdida de su hábitat, exposición crónica a una mezcla compleja de pesticidas, propagación de enfermedades de insectos alóctonos debido a la importación de nidos de abejas, el impacto del cambio climático y puede que otros factores que todavía desconocemos. Otros insectos también se enfrentan a dificultades similares. Las causas de sus declives varían dependiendo del lugar; en

resumen, es un tema muy complejo. Sin embargo, si queremos detener e incluso revertir esta pérdida de insectos, debemos entender las causas, así sabremos los pasos que hemos de dar para conseguir que el mundo sea un lugar más acogedor para nuestros hermanos insectos.

6

La pérdida del hogar

> Destruir la pluviselva para obtener beneficios económicos es como quemar un cuadro del Renacimiento para cocinar un alimento.
>
> E. O. Wilson

Al menos durante el último siglo, hemos destruido hábitats naturales y seminaturales de multitud de especies a un ritmo cada vez mayor para dedicar esas tierras a la agricultura o para construir carreteras, urbanizaciones, fábricas, aparcamientos para camiones, campos de golf o centros comerciales situados a las afueras de las ciudades. Todos estos cambios han provocado una pérdida neta de biodiversidad. Hemos destrozado comunidades naturales ricas que hemos sustituido por un monocultivo de trigo o soja, por palmas aceiteras, hormigón, césped bien cortado o por cualquier otro hábitat antropogénico, pocos de los cuales resultan útiles para la vida silvestre. Una de las pocas excepciones que fomentan la biodiversidad son los jardines y los huertos urbanos de autoconsumo (si son gestionados de la manera adecuada) y algunas de las formas más sostenibles de agricultura. Esta pérdida de hábitats ricos en vida salvaje se está acelerando, impulsada por el crecimiento de la población humana y por el avance de la tecnología, gracias al cual el impacto que causamos es mucho

mayor (un hombre con una excavadora puede arrasar más hectáreas de pluviselva por día que si lo hace con un machete).

Durante toda mi vida, he sido testigo de cómo se han ido talando los bosques tropicales. Durante la década de 1980, siendo yo todavía un adolescente, me sentí horrorizado al ver fotografías de la pluviselva amazónica en las que aparecían una gran cantidad de árboles antiguos y con contrafuertes, talados para quemar su madera *in situ*. El humo se extendía por las ramas ennegrecidas y esqueléticas. El ecosistema más diverso de la Tierra reducido a cenizas. En 2019, sentí un *déjà vu* cuando, en las noticias, vi imágenes de miles de hectáreas de la Amazonia de nuevo en llamas. Regresemos a la década de 1980. Una de las principales razones por las que se talaban los árboles del bosque tropical era para sembrar pastos para el ganado, el cual acabaría convirtiéndose en hamburguesas que se venderían en establecimientos baratos de comida rápida. Se produjeron protestas y manifestaciones, pero apenas tuvieron efecto alguno; la deforestación continuó en marcha durante décadas. Últimamente, en el terreno que se roba al bosque se siembran monocultivos de soja y de palmas aceiteras, aunque se sigue reservando una parte para el ganado.

Lejos de limitarse, en la actualidad, la deforestación de los trópicos se produce a un ritmo mayor que nunca, ya que ha aumentado entre un 10 % y un 25 % desde la década de 1990 (el cálculo de la pérdida de bosques no es una ciencia exacta, pero cada año que pasa es más preciso gracias a las continuas mejoras de la técnica de obtención de imágenes por satélite). En la actualidad, perdemos unos 75.000 km^2 de bosques tropicales cada año, unos 200 km^2 cada día, aunque si consideramos las zonas dañadas que han sufrido una importante degradación la cifra es mucho mayor. El resultado de tal masacre es que se calcula que, en la pluviselva, se extinguen cada día 135 especies, la inmensa mayoría de las cuales son insectos (aunque hay que recalcar que esos cálculos son muy aproximados). En la Isla de Pascua, la deforestación acabó con todos los árboles, lo que provocó también la erosión y disgregación de los suelos, arrastrados por las

precipitaciones hacia el mar. De igual forma que «el Una-Vez» taló todos los árboles de trufas a pesar de las advertencias del Lórax, seguimos deforestando nuestro planeta, aunque sabemos que es una auténtica idiotez. Estamos cometiendo un ecocidio a una escala bíblica. No soy religioso, pero si usted lo es, plantéese estas preguntas: ¿cree realmente que Dios creó esta maravillosa diversidad y nos confió su cuidado para que la pudiéramos exterminar cuando quisiéramos? ¿Cree que Él o Ella se siente satisfecho con lo que hemos hecho?

Es evidente que este drama no se limita a los bosques tropicales. Los templados y boreales también están siendo destruidos, por lo que podemos decir que, globalmente, estamos perdiendo unos mil millones de árboles cada año. Entre 2000 y 2012, en todo el mundo hemos perdido 2,3 millones de kilómetros cuadrados de bosques, un área mayor que las superficies combinadas del Reino Unido, Francia, Alemania, España, Portugal, Bélgica, Países Bajos, Italia, Suiza, Austria, Polonia, Irlanda y la República Checa. Si se juntaran todas, una persona podría salir desde John O'Groats, en el extremo nordeste de Escocia, en dirección sur hacia Gibraltar y luego en dirección este hacia Varsovia, sin poderse refugiar bajo la sombra de ningún árbol. De los 16 millones de kilómetros cuadrados de bosque que cubrieron antaño la Tierra, tan solo quedan 6,2 millones.

Otros hábitats ricos en vida salvaje también están siendo dañados o destruidos: muchos lagos y ríos se han contaminado y degradado, se drenan pantanos y marismas, se excavan turberas y se inundan muchos valles para construir presas con las que producir electricidad o irrigar campos de cultivo. En China se destruyen montañas enteras y su tierra se utiliza para rellenar valles, creando así llanuras necesarias para la expansión de las ciudades. En Tokio, las zonas costeras poco profundas se están rellenando con desperdicios, creando nuevas islas de basura que se utilizan para construir sobre ellas edificios y campos de golf.

A escala global, la pérdida continua de hábitats prístinos que son sustituidos por otros antropogénicos es, en la actualidad, el mayor impulsor de la pérdida de vida silvestre, incluidos los

insectos (aunque es muy posible que la pérdida de hábitats pronto sea eclipsada por los estragos que provoca y provocará el cambio climático). En Europa occidental esta pérdida se ha producido de un modo muy diferente. Todos los hábitats naturales y prístinos se perdieron hace siglos. En el Reino Unido, los pocos bosques antiguos que quedaban han sido gestionados por los humanos de una u otra forma desde hace milenios. No son verdaderamente silvestres, por muy maravillosos que sean. A pesar de los ocho mil años que llevan ocupados por los humanos (de hecho, puede que sea *debido* a esta ocupación), hasta el año 1900 seguíamos teniendo hábitats bastante extensos que contaban con una rica biodiversidad. Además de bosques maduros, había laderas calizas en las que abundaban las flores y las mariposas, praderas de heno en las tierras bajas en las que anidaban los guiones de codornices, bosques bajos en los que revoloteaban doncellas comunes y ninfas del bosque (mariposas) y páramos en los que los lagartos ágiles (*Lacerta agilis*) cazaban saltamontes. Todos estos hábitats fueron creados por el hombre mediante las prácticas tradicionales de gestión de la tierra: siega del heno, pastoreo y la poda-rebrote (*coppicing*). Estos son métodos poco agresivos y bastante comunes de gestión de la tierra, a los que la fauna se puede adaptar y en los que incluso puede prosperar. Los árboles son talados hasta el nivel del suelo para fomentar su crecimiento posterior. Eso se hace cada diez o veinte años, por lo que estos campos son una matriz compuesta por claros abiertos y árboles de diferentes edades que favorecen la proliferación de una gran cantidad de formas de vida. El pastoreo ocasional de las laderas y la siega anual del heno de las praderas evitó que crecieran demasiado los árboles jóvenes y mantuvo bajo control las hierbas más gruesas, permitiendo la proliferación de flores siempre que el número de animales de pasto fuera bajo. Durante milenios, estos hábitats fueron fundamentales para la supervivencia de una gran parte de la vida salvaje de Europa.

En la actualidad, es precisamente la pérdida de estos hábitats creados por el hombre lo que está impulsando el declive de la vida salvaje europea, y una de las principales causas es el cambio

producido en la agricultura. Históricamente, las prácticas agrícolas menos intensivas creaban todo un tapiz de hábitats en los que podían prosperar las abejas y otros insectos. Aparte de los prados y las laderas calizas había campos en barbecho en los que crecían pequeñas hierbas con flores. Setos vivos compuestos por plantas florales separaban los pequeños campos. En la década de 1920, el Reino Unido contaba con 3 millones de hectáreas de tierras bajas y praderas de heno, pero durante el siglo XX se perdió más del 97 %. La mayoría de ellas fueron sustituidas por campos cultivables o campos para forrajeo, hábitats en los que la cantidad de biodiversidad es cercana a cero.

Bombus sylvarum es actualmente el abejorro más escaso del Reino Unido, pero hace cien años era fácil verlo y oírlo en cualquier lugar del sur. Una de sus características es su zumbido inusualmente agudo, por lo que es fácil percatarse de su presencia. Esta es una especie que habita en praderas ricas en flores, ya que le encanta alimentarse, por ejemplo, de las de los tréboles rojos, las gargaravillas, las vulnerarias, las asteráceas y las viboreras. La pérdida de muchas de esas praderas durante el siglo XX casi hizo desaparecer a este hermoso abejorro y ahora su supervivencia depende de un puñado de sitios, entre ellos Pembrokeshire, Somerset Levels y el estuario del Támesis. Hace veinte años, vi algunos en la llanura de Salisbury, pero allí ya no queda ninguno. De las poblaciones que quedan, las que están en mejor estado se encuentran en antiguas zonas industriales abandonadas, llenas de coches quemados y basura, pero ricas en flores, por lo que se han convertido en uno de los últimos refugios de este estridente abejorro.

Muchas otras criaturas de prados y praderas han sufrido declives masivos porque se han quedado sin hogar: el guion o rey de codornices, las abejas mineras, la mariposa niña coridón, el gran abejorro amarillo, el grillo *Decticus verrucivorus* y el satirión verde (una especie de orquídea), solo por nombrar unas pocas. La lista completa ocuparía varias páginas.

Las praderas floridas no son el único hábitat que hemos perdido en el Reino Unido. Tras la segunda guerra mundial, el

gobierno creó subvenciones con la intención de aumentar la producción de alimentos y la eficiencia de las granjas. Una de ellas iba dirigida a la eliminación de los setos vivos (un sistema utilizado en el Reino Unido para separar un campo de otro), lo que supuso la pérdida de 9.500 km de setos al año. Se calcula que, entre los años 1950 y 2000, perdimos un poco más de la mitad de todos los setos del Reino Unido. Desde 1800, hemos perdido el 80 % de los páramos y el 70 % de los estanques de las tierras de cultivo, y los pocos que quedan se han echado a perder por culpa de la contaminación, especialmente la provocada por los vertidos de fertilizantes.

La agricultura moderna, la de Gran Bretaña y la del resto de los países desarrollados, ha sido moldeada por la agroindustria global y las políticas gubernamentales. Suele practicarse en grandes explotaciones que cuentan con extensos campos, a menudo gestionados por contratistas externos. Siempre que les es posible, optan por monocultivos casi perfectos en los que fumigan grandes cantidades de pesticidas y fertilizantes. El objetivo ha sido maximizar la producción escudándose en la «seguridad alimentaria», un concepto que nació con los racionamientos de alimentos que se implantaron durante la segunda guerra mundial. Los partidarios de la agricultura industrial aseguran que es la única forma de evitar las hambrunas. De ese modo, hemos creado un paisaje en el que se producen muchos más alimentos y más baratos que antes, pero que proporciona empleo a muy pocas personas y en el que no hay sitio para la vida silvestre. Los insectos no pueden prosperar en los campos dedicados a la agricultura intensiva moderna. Escasean las flores, por lo que apenas hay néctar o polen para las mariposas, las polillas, las abejas y los sírfidos. Las hierbas que podrían servir de alimento a las orugas, las chicharritas o los escarabajos escasean. Los pocos setos vivos que quedan, a menudo de poca altura, no son un gran refugio en el que los insectos puedan anidar o hibernar. Cualquier insecto que encuentre alimento o refugio se verá expuesto a repetidas pulverizaciones de insecticidas.

Nos hemos acostumbrado a que los alimentos que compramos

en los supermercados sean relativamente baratos, pero su precio no refleja el coste ambiental de su producción. Por ejemplo, los nitratos de los fertilizantes y el metaldehído de los pesticidas para babosas utilizados en los campos de cultivo acaban contaminando nuestros arroyos y ríos. Las empresas que extraen agua de los ríos para consumo humano se gastan grandes sumas de dinero para intentar eliminar estos contaminantes (el metaldehído es especialmente difícil de eliminar), por lo que, a pesar de sus esfuerzos, en el agua que bebemos siempre queda algún rastro. Tanto nosotros como nuestros hijos pagaremos la erosión y degradación de la tierra cultivada,[1]la emisión de gases de efecto invernadero liberados por las actividades agrícolas (las cuales suponen un 25 % del total de las emisiones) y la pérdida de polinizadores y otros insectos.

Los efectos combinados de la pérdida de hábitats prístinos (sobre todo en países en vías de desarrollo) y la pérdida de hábitats seminaturales (principalmente en países desarrollados) han provocado que, en todo el mundo, la vida salvaje esté cada vez más confinada en hábitats pequeños, aislados y fragmentados, ya sean pedazos de selva tropical que por el momento se han escapado de las motosierras o reservas naturales como las muestreadas por la Sociedad Krefeld en Alemania. Solemos creer que la vida silvestre que tiene la suerte de encontrarse en una reserva natural está a salvo, pero el estudio alemán deja bien claro que no es así. Los investigadores de ese estudio detectaron que, entre 1989 y 2016, en las reservas naturales que permanecen intactas y que son gestionadas para facilitar la proliferación de vida silvestre, la biomasa de insectos sufrió un declive del 76 %. Aunque los datos alemanes no proporcionan pruebas claras que identifiquen las causas, podemos aventurarnos a hacer algunas suposiciones. Esas reservas naturales alemanas (como la mayoría de las reservas de todo el mundo) suelen estar rodeadas de hábitats bastante inhóspitos. El estudio se centró en las poblaciones de insectos, la mayoría de ellos voladores, por lo que es muy probable que salgan volando de la reserva más pronto que tarde. El insecto que sale de repente se encuentra en un hábitat en el que no puede

sobrevivir porque no hay alimento, porque hay demasiados pesticidas o por cualquier otra razón. A menos que tenga el sentido común de volver sobre sus pasos, estará condenado. El paisaje circundante actúa como lo que los biólogos llaman un «sumidero». Cuando los organismos se internan en él, rara vez regresan. A menos que la población de la isla (la reserva) pueda reproducirse lo suficientemente rápido, esta hemorragia constante de individuos provocará la desaparición definitiva de ese organismo en ese lugar.

Sabemos que algunos insectos tienen el sentido común de quedarse la mayor parte del tiempo en la misma zona. Por ejemplo, las mariposas niña celeste y las duende oscuro suelen quedarse cerca del lugar en el que nacieron durante toda su vida adulta, una estrategia inteligente en un mundo como el actual. Por desgracia, ni siquiera allí están a salvo, ya que en esas poblaciones la endogamia provoca una pérdida de variación genética, por lo que los individuos son menos saludables y adaptables. A menos que los migrantes se abran paso a través de los páramos circundantes, trayendo consigo genes «nuevos», tarde o temprano la población desaparecerá.

Por si todo esto no fuera suficiente, las poblaciones de las islas pequeñas pueden extinguirse por simple mala suerte. La cantidad de insectos varía mucho de un año a otro, en parte debido a los caprichos del clima. Una tormenta dañina, una inundación o una sequía estival pueden bastar para acabar con una población pequeña que sobrevivía en ese lugar desde hacía décadas. Una vez que una especie concreta ha desaparecido de una reserva natural, es muy improbable que vuelva, a menos que haya poblaciones sanas en reservas cercanas que puedan actuar como fuente de migrantes. A medida que los hábitats se fragmentan y aíslan más, es mucho más difícil que una especie regrese a un lugar del que desapareció anteriormente.

Queda por explicar un último factor bastante molesto. Colocar una cerca alrededor de una reserva natural no impide que los pesticidas lleguen transportados por el viento o se filtren a través de las aguas subterráneas. Tampoco evita que se depositen en ella compuestos de nitrógeno oxidados, productos de la quema de

combustibles fósiles que llegan a los suelos y alteran la comunidad vegetal; y, por supuesto, no detiene los avances del cambio climático, el cual, con el tiempo, hará que muchos lugares no sean apropiados para algunos, o todos, los ocupantes de esos hábitats.

De una u otra forma, si cogemos hábitats intactos y extensos y eliminamos la mayor parte de su superficie dejando tan solo pequeños retazos (como hemos hecho, por ejemplo, con los bosques, los páramos y las laderas calizas), con el paso del tiempo, las especies que vivan en esas pequeñas porciones irán desapareciendo, a medida que las poblaciones se desvanecen, una tras otra. Esto puede ocurrir décadas después de la creación de esas islas, mientras observamos la gradual e inexorable desaparición de especies. David Quammen, el divulgador científico estadounidense, lo explica de la siguiente forma en su excelente libro *The Song of the Dodo*:

> Empecemos imaginando que tenemos una hermosa alfombra persa y un cuchillo de caza. La alfombra mide, digamos, 12 por 18 pies. Eso nos da una superficie de 216 pies cuadrados de material tejido continuo. ¿El cuchillo está afilado? Si no es así, lo afilamos. Nos ponemos a cortar la alfombra en 36 trozos iguales. Los sumamos y descubrimos que seguimos teniendo 216 pies cuadrados de un material que parece una alfombra. Pero ¿qué es lo que tenemos? ¿Tenemos 36 hermosas alfombras persas? No. Lo que nos queda son tres docenas de fragmentos de trapo sin valor y que, además, han empezado a deshacerse.

Esto es lo que está sucediendo en Alemania y, muy probablemente, en el resto del mundo.

Este fenómeno ha generado una importante controversia científica que se conoce como el «debate sobre la separación o la integración». Los defensores de la integración pretenden que actividades humanas como el cultivo de alimentos añadan a sus objetivos la conservación de la biodiversidad (por ejemplo, creando granjas pequeñas, orgánicas y ecológicas). Por otro lado, los defensores de la separación son partidarios de dedicar una parte de la tierra disponible a usos lo más intensivos posibles (por ejemplo, a la agricultura industrial) para que el resto pueda

reservarse para la naturaleza. Pero el estudio alemán nos ha demostrado que esta opción no parece funcionar, al menos cuando las zonas protegidas son pequeñas y están rodeadas de otras dedicadas a la agricultura industrial.

En general, podemos asegurar que la pérdida de hábitats (hábitats prístinos como las selvas tropicales y hábitats creados por el hombre como las praderas y los páramos) es una de las principales causas de la pérdida de insectos. Nuestra prioridad debería ser averiguar cómo evitar futuras pérdidas, y tal vez incluso empezar a restaurar algunos hábitats para que recuperen su antiguo esplendor.

Abejas de las orquídeas

En las selvas húmedas de Centro y Sudamérica, viven las abejas de las orquídeas, una familia de fabulosas criaturas de color verde, oro o azul metálico que brillan como joyas bajo el sol tropical, mientras revolotean de una flor a otra. Los machos hacen honor a su nombre, ya que pasan gran parte de su tiempo visitando las orquídeas, pero estas flores no proporcionan néctar. Además, las abejas tampoco recogen el polen. Lo que hacen es utilizar los diminutos cepillos de sus patas delanteras para recoger productos químicos aromáticos de estas flores, que almacenan en sus grandes patas traseras. Son recolectoras de perfumes. Posteriormente, los machos se reúnen en los lugares de exhibición que las hembras visitan en busca de pareja. Una vez allí, parece ser que eligen a los machos basándose en la calidad y cantidad de los aromas de orquídeas que han recogido.

Las orquídeas poseen un sistema de polinización bastante curioso. En lugar de producir granos de polen dispersos como hacen la mayoría de las flores, cada orquídea produce uno o dos polinios: bolas densas de polen con un tallo pegajoso que se adhiere al insecto visitante. Las orquídeas que son visitadas por este tipo de abejas dependen por completo de ellas para poder ser polinizadas, un hecho que fue descrito por primera vez por Charles Darwin, aunque pensó que las abejas eran hembras. La estructura de la flor de la orquídea es tal que, cuando la abeja está ocupada empapándose de los aromas florales, su cabeza o su tórax entran en contacto con el tallo de los polinios y toda la estructura se adhiere a ellos. Al marcharse, se lleva pegadas dos bolas de polen de color amarillo brillante de las que no se puede desprender. Cuando visita otras flores para recoger más aromas para su «perfume», una parte del polen es transferido a la nueva flor, fertilizándola. Si todo va bien, esta simbiosis tan particular asegura que tanto la orquídea como la abeja puedan procrear.

7

Tierra envenenada

Desde los albores de la agricultura, hace diez mil años, nuestros cultivos han sido atacados por diversas enfermedades o por plagas de animales que van desde áfidos y langostas a palomas y elefantes. A medida que la población humana ha ido creciendo, y la extensión de tierra cultivable se ha ampliado en consonancia, los problemas asociados a las plagas han empeorado, ya que, cuantos más cultivos tengas, más probabilidades habrá de que llegue alguna plaga. Hasta donde sabemos, durante los primeros cinco mil años de la agricultura, los agricultores recurrían a la oración y a los sacrificios rituales para proteger sus cosechas. Por ejemplo, en el antiguo Egipto, se sacrificaban esclavos para apaciguar a Renenutet, diosa y guardiana de las cosechas del faraón, mientras que los aztecas sacrificaban niños a su dios de la lluvia, Tlaloc. Me parece que esas ceremonias tan sanguinarias no debían de tener mucho éxito. Sin embargo, los agricultores y las comunidades rurales siguen rezando para obtener ayuda divina, aunque hace ya tiempo que disponen de otros métodos más pragmáticos para gestionar las plagas. Por ejemplo, se cree que hace unos 4.500 años, los agricultores aplicaban azufre a sus cultivos para matar las plagas de insectos. Hace 3.200 años, los chinos utilizaban compuestos de mercurio y arsénico para eliminar los piojos, y es probable que también fumigaran sus cultivos con ellos. Al menos durante los últimos dos mil años se han utilizado, a modo de insecticidas, extractos vegetales como el de la planta pelitre de Dalmacia (*Chrysanthemum cinerariaefolium*). Está claro, pues, que

utilizar pesticidas químicos no es algo nuevo.

Sin embargo, hasta la década de 1940, los pesticidas que usábamos eran compuestos orgánicos naturales como el pelitre o la nicotina, generalmente extraídos de plantas, o compuestos inorgánicos como el sulfato de cobre, las sales de mercurio, el cianuro, el arsénico o el ácido sulfúrico. Algunas personas creen que los compuestos orgánicos son más benignos que los compuestos sintéticos modernos, pero es una afirmación que carece de sentido. El mercurio o el arsénico no tienen nada de «ecológico». No tenemos datos sobre la cantidad de estos compuestos químicos que hemos utilizado, pero es razonable pensar que no debió de ser mucha, ya que la mayoría de los agricultores no podían permitírselos o no tenían acceso a ellos.

Todo esto iba a cambiar con la llegada de la química industrial. En el siglo XVIII se empezaron a fabricar compuestos químicos a gran escala. Los primeros que se fabricaron de este modo fueron el ácido sulfúrico, la lejía y más adelante la sosa cáustica, utilizada en la producción de vidrio y textiles. Durante el siglo XIX llegó su gran expansión. Se fabricaban tintes, caucho vulcanizado, fertilizantes, jabones y los primeros plásticos. Aunque no fue hasta el siglo XX cuando esta nueva industria desarrolló nuevos pesticidas sintéticos.

El DDT (diclorodifeniltricloroetano) fue el primer compuesto creado por el hombre que tenía propiedades insecticidas. Descubierto en 1939 por un químico suizo, Paul Hermann Müller, el DDT ataca al sistema nervioso de los insectos, provocando que las señales nerviosas se disparen repetidamente, lo que causa contracciones, temblores, convulsiones y finalmente la muerte. Durante la segunda guerra mundial se utilizó ampliamente para controlar las poblaciones de mosquitos que provocan la malaria que, por entonces, eran toda una plaga para las tropas aliadas que luchaban en Asia. Cuando acabó la guerra, y gracias a su bajo precio y su gran disponibilidad, el DDT se empezó a utilizar para usos domésticos y agrícolas. En 1947, un fabricante publicó un anuncio en la revista *Time* en el que aparecían dibujados animales de granja y un ama de casa de mejillas sonrosadas, todos cantando

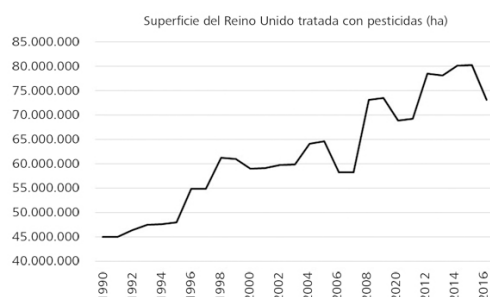
«¡El DDT es bueno para mí!» junto a un texto que decía «El DDT beneficia a toda la humanidad». En un cortometraje de ese mismo año, aparecía un colonizador británico que rociaba DDT en un tazón de gachas de avena y luego se lo comía, en un intento de persuadir a la población local de África oriental de que el nuevo producto químico era inofensivo (hay que decir que no impresionó a mucha gente). Mientras tanto, Paul Hermann Müller recibió el premio Nobel en 1948 por su descubrimiento.

Más o menos en la misma época (durante la década de 1940), un científico alemán llamado Gerhard Schrader sintetizó otro compuesto químico, el paratión. Era altamente tóxico para los insectos, atacaba su sistema nervioso impidiendo la degradación de los neurotransmisores, lo que provocaba desorientación, parálisis y muerte. La empresa para la que trabajaba Schrader, I. G. Farben, también desarrolló y fabricó Zyklon B para que se utilizase en las cámaras de gas, y es muy posible que su trabajo formara parte de una investigación cuyo objetivo fuera desarrollar agentes nerviosos para usar contra las personas.

Pronto aparecieron más compuestos relacionados. El DDT y sus parientes son conocidos como organoclorados, entre los que están la aldrina y la dieldrina, mientras que el paratión dio lugar a docenas de compuestos organofosforados, incluyendo el malatión, el clorpirifós y el fosmet. Estos nuevos compuestos químicos eran baratos y muy efectivos eliminando plagas de insectos, lo que favorecía que las cosechas fueran abundantes (al menos al principio), razón por la cual los agricultores los recibieron con entusiasmo. Todos estos éxitos consolidaron una industria que se expandió a nivel global, fabricando y distribuyendo una gama cada vez mayor de productos tóxicos. Durante las décadas de 1970 y 1980 se crearon nuevas familias de pesticidas, incluidos las avermectinas (que se administraban al ganado para matar los parásitos), aerosoles de *Bacillus thuringiensis* (insecticida extraído de un tipo de bacteria) y los triazoles, imidazoles, pirimidinas y dicarboxamidas, todos ellos fungicidas. Durante la década de 1990 llegaron más productos al mercado, entre ellos la nueva familia de insecticidas neonicotinoides, y también el spinosad y el fipronil. En

la actualidad, existen unos 900 «ingredientes activos» diferentes (sustancias químicas que son tóxicas para algún tipo de plaga) cuyo uso está permitido en Estados Unidos. En la Unión Europea están permitidos unos 500. Durante los últimos ochenta años, la agricultura ha ido dependiendo cada vez más del uso de sustancias químicas, y esta tendencia sigue vigente en la actualidad. Según estadísticas gubernamentales oficiales, en 1990 los agricultores del Reino Unido trataron 45 millones de hectáreas de tierra cultivable con pesticidas. En 2016, esa cifra llegó a los 73 millones. La superficie que ocupaban las tierras de cultivo se mantuvo estable (4,5 millones de hectáreas). Esto significa que, en 1990, cada hectárea de campo fue tratada diez veces con pesticidas, cifra que subió a 16,4 veces en 2016, un aumento de casi el 70 % en solo veintiséis años.

En 1962, más o menos dieciocho años después de que se empezara a utilizar el DDT en la agricultura durante la posguerra, Rachel Carson publicó su revolucionario libro *Primavera silenciosa*, en el que explicaba los peligros de las primeras generaciones de pesticidas y presentaba las numerosas pruebas que demostraban que no eran tan benignos como ingenuamente se suponía.



Superficie de tierra de cultivo tratada con pesticidas cada año en el Reino Unido. Cada año, los agricultores fumigan sus cultivos con más pesticidas. El gráfico muestra las cifras gubernamentales oficiales (extraído de https://secure.fera.defra.gov.uk/pusstats/) de la superficie total de cultivos tratados con pesticidas cada año en el Reino Unido (74 millones de hectáreas en 2016). Entre 1990 y 2016 la superficie

afectada se incrementó en un 70 %. Dado que en el Reino Unido solo hay unos 4,5 millones de hectáreas de tierras dedicadas al cultivo y a la horticultura, y que esa superficie se ha mantenido durante este período, las cifras presentadas significan que cada hectárea de campo o huerto de árboles frutales del Reino Unido es tratada, por término medio, unas dieciséis veces al año con pesticidas. Hay que señalar que podría tratarse del mismo pesticida las dieciséis veces, o de dieciséis pesticidas diferentes aplicados una vez al año o de alguna combinación de ambas posibilidades. En estos datos no se incluyen los pesticidas utilizados por los agricultores para usos veterinarios, como las avermectinas que se administran habitualmente al ganado para protegerlo contra los parásitos.

El problema era que los insectos de las plagas habían desarrollado resistencia a los nuevos pesticidas, por lo que los agricultores tenían que aplicar cantidades mayores, a pesar de lo cual, las cosechas ya no eran tan abundantes como las obtenidas cuando empezaron a utilizar esos productos. Sin embargo, los enemigos naturales de las plagas, como las avispas depredadoras y los escarabajos, suelen reproducirse más lentamente que sus presas, por lo que tardan en desarrollar resistencia, y no pudieron sobrevivir. Sin esos enemigos naturales, las plagas eran cada vez más difíciles de combatir. Además, aparecieron otras nuevas que hasta entonces estaban controladas por sus depredadores. También quedó claro que el DDT y sus parientes permanecían en el ambiente durante décadas, acumulándose en la cadena alimentaria (una oruga contaminada era devorada por un pájaro cantor que a su vez era devorado por un halcón, etc.), por lo que tanto los depredadores como nosotros, los humanos, acabamos acumulando grandes cantidades de esos productos en nuestros depósitos de grasa. Una dosis alta puede provocar la muerte, mientras que las más bajas causan cánceres, abortos espontáneos y esterilidad. Aves rapaces como los halcones peregrinos y las águilas calvas se vieron especialmente afectadas. Las cáscaras de sus huevos eran más delgadas, por lo que la mayoría se rompían accidentalmente antes de eclosionar.

Tras la publicación de *Primavera silenciosa*, Rachel Carson empezó a sufrir ataques de la industria agroquímica y de sus grupos de presión. Entre otras cosas, dijeron que era una fanática y una comunista. La industria lanzó una contraofensiva, publicando panfletos, presentando quejas y amenazando a los editores del libro con emprender acciones legales. Al final, Rachel Carson ganó su batalla, aunque, lamentablemente, no vivió lo suficiente para verlo, ya que murió de cáncer en 1964. En 1972, en Estados Unidos se prohibió el uso de DDT, en Europa se hizo lo mismo en 1978 y en el resto de los países del mundo en 2004. Solo se podía utilizar, y de forma muy limitada, para controlar la malaria. A pesar de eso, en los análisis de los suelos y ríos de Europa siguen apareciendo residuos de ese compuesto químico. Es muy preocupante que, muy a menudo, la leche materna está contaminada con DDT y sus parientes, ya que, según diversos estudios realizados en diferentes lugares como Australia, México, Ucrania y las islas Canarias, suele contener de diez a veinte veces más insecticidas organoclorados y muchos más bifenilos policlorados (PCB) que la leche de vaca. Aunque no es una razón para poner en duda los innegables y enormes beneficios que aporta la lactancia materna. Al alimentarse de sus madres, los bebés humanos están en la cúspide de la cadena alimenticia. A pesar de lo que decía su publicidad, el DDT no es tan bueno para mí.

Pasemos ahora a hablar de otros compuestos químicos. Los organofosforados inventados por Gerhard Schrader resultaron extremadamente peligrosos para la salud de los agricultores, algo que no debería sorprender a nadie si recordamos que esos productos químicos fueron el resultado de una investigación destinada a desarrollar agentes nerviosos. Los agricultores que rociaron generosamente a sus ovejas con estos productos químicos sufrieron una amplia gama de problemas de salud graves y duraderos. En los países desarrollados también se ha prohibido el uso de «casi» todos los compuestos organofosforados, aunque se siguen utilizando de manera generalizada en los países en vías de desarrollo.

En la actualidad, los defensores de los pesticidas suelen

argumentar que las versiones modernas de estos productos son mucho más seguras para las personas y el medioambiente que las antiguas; una opinión que parece haber prevalecido, sin ser cuestionada, durante décadas. Resulta bastante irónico que tanto los ecologistas como los científicos independientes creyeran que el problema estaba solucionado. Según ellos, Rachel Carson ganó. Una investigación que ha analizado las bases de datos de publicaciones científicas de todo el mundo, y que utilizó palabras clave como «vida salvaje» y «pesticida», descubrió que tan solo se publicaron veintinueve artículos entre 1962, cuando apareció *Primavera silenciosa*, y 1990 (en cambio, se publicaron 1.144 artículos sobre este tema después de 1990). Básicamente, lo que ocurrió es que tanto los ecologistas como los científicos descuidaron el tema. Puede que Carson ganara una batalla, pero no la guerra.

El resurgimiento de la preocupación sobre el impacto de los pesticidas sobre el medioambiente se remonta a la década de 1990, cuando los apicultores se empezaron a quejar de que sus colonias de abejas melíferas situadas en las proximidades de los cultivos de girasoles se morían. La razón era que esos cultivos habían sido tratados con un nuevo insecticida, el imidacloprid, el primero de una nueva familia de compuestos químicos, los neonicotinoides. Ese nombre no significaba nada para la mayoría de nosotros en esa época, pero se hizo muy famoso por su vinculación con el declive de las abejas. Al igual que ocurre con el DDT y los organofosforados, los neonicotinoides son neurotóxicos, atacan directamente al cerebro del insecto, pero son mucho más potentes que sus predecesores: la dosis de DDT necesaria para matar a una abeja melífera es siete mil veces superior a la dosis necesaria de imidacloprid.

Los agricultores franceses son conocidos por su espíritu combativo. Solo unos años antes, habían prendido fuego a un camión de ovejas británicas en protesta por las importaciones baratas. Pero, durante un largo tiempo, los apicultores franceses fueron ignorados, a pesar de que se organizó una marcha en París a la que los manifestantes acudieron ataviados con los mismos trajes

que se ponían para realizar su trabajo. Sin embargo, una década después, las abejas melíferas de Norteamérica empezaron a morir masivamente por culpa de un fenómeno denominado «síndrome del colapso de las colonias». En muchos de esos casos, las abejas adultas desaparecían. Al abandonar a sus crías, estas morían, en una especie de versión apícola de «El arrebatamiento». Las estadísticas eran alarmantes: durante el invierno de 2006 a 2007, se perdieron 800.000 colonias de abejas, es decir, casi un tercio del total de colonias de abejas de Norteamérica, y lo mismo ocurrió al año siguiente. Los medios de comunicación dedicaron mucho espacio a este problema y se especuló con la posibilidad de que las abejas estuvieran a punto de extinguirse. Desconocíamos cuál era la causa de tal desastre, pero aparecieron diversas teorías, no todas verosímiles: enfermedades víricas, un ácaro parásito que se alimenta de hemolinfa llamado *Varroa*, las señales de los teléfonos móviles, una abducción alienígena, las estelas químicas, una dieta desequilibrada y los pesticidas. Sin embargo, pronto se pusieron en marcha multitud de investigaciones en diversos laboratorios de Norteamérica y Europa para tratar de identificar las causas de la «crisis de abejas».

Y no solo ocurrió en Francia y América. Durante la primavera de 2008, en Alemania murieron miles de colmenas de abejas debido a un envenenamiento masivo. Esas muertes coincidieron exactamente con el momento en el que los agricultores empezaban a sembrar semillas de maíz, casi todas ellas recubiertas con un insecticida neonicotinoide. La investigación posterior reveló que el proceso de recubrimiento de las semillas no se realizó correctamente, causando el desprendimiento del insecticida y la posterior formación de una nube de polvo tóxico cuando las semillas se sembraban en el suelo. Aunque se enmendó el error, los científicos que intentábamos comprender las causas del declive de las abejas nos fijamos en los neonicotinoides (los científicos podemos ser lentos a la hora de asimilar las cosas). Por entonces, casi todas las tierras cultivables de Europa y Norteamérica se sembraban con semillas recubiertas con ese tipo de productos. ¿Era posible que esos apicultores franceses hubieran estado en lo cierto

todo el tiempo?

Los neonicotinoides son sistémicos, es decir, viajan a todas las zonas del planeta. Cuando son utilizados para recubrir las semillas, la intención es que se disuelvan en la tierra húmeda cuando se siembra la semilla (estos productos químicos son solubles en el agua) y, cuando germina y crece, absorbe la toxina que luego se propagará por toda la planta y la protegerá contra el ataque de las plagas de insectos. Parece una solución bastante inteligente. Los agricultores compran la semilla recubierta, y ya no tienen que hacer nada más para proteger sus cultivos. Lo que debería haber resultado obvio, pero no pareció preocupar a nadie cuando se introdujeron estos nuevos productos químicos, es que cualquier sustancia que se propague por toda la planta también llegará al polen y al néctar, y, por supuesto, cultivos como la colza o los girasoles necesitan ser polinizados y atraen a muchos tipos de abejas que pueden estar envenenándose con estos insecticidas cuando se alimentan en sus flores.

A principios del nuevo milenio, las pruebas analíticas determinaron que el néctar y el polen de los cultivos tratados contenían trazas de neonicotinoides, aunque eran niveles bajos (unas pocas partes por mil millones). Se empezó a debatir sobre si esas concentraciones eran suficientes para causar algún daño. Los fabricantes de los neonicotinoides, los gigantes agroquímicos Bayer (una filial de la ya mencionada I. G. Farben) y la empresa suiza Syngenta, negaron enérgicamente la existencia de cualquier vínculo entre sus pesticidas y la muerte de las abejas. Era necesaria la realización de experimentos para probar si las colonias de abejas sufrían algún daño al recibir esas dosis, pero hacen falta años para recaudar los fondos necesarios, realizar los experimentos, analizarlos y publicarlos en revistas científicas.

Mi propio grupo de investigación, por entonces alojado en la Universidad de Stirling, en Escocia, se propuso averiguar si las colonias de abejorros que se alimentan de cultivos de colza tratados con el neonicotinoide imidacloprid podrían sufrir algún daño. Parece fácil, pero en realidad es bastante complicado. El experimento de campo ideal habría consistido en disponer de

muchos campos de colza, de los cuales unos serían tratados con el pesticida y otros, los «campos control», no. Se situarían colonias de abejorros cerca de ellos y se iría controlando su salud a lo largo del tiempo. Para realizar algo así se necesitan muchos campos, ya que en los estudios de ecología es vital poder *replicar* los experimentos, pues siempre existe alguna variación inexplicable: cada campo, e incluso cada colonia, son ligeramente diferentes. Disponer de un gran número de réplicas nos permitiría discernir los patrones que son resultado de las manipulaciones experimentales (en este caso, la exposición al pesticida) de este ruido de fondo. La separación entre cada campo y sus campos vecinos debería ser de al menos dos kilómetros, para que, de ese modo, las abejas no volaran de uno al otro, pues, si fuera así, las provenientes de campos adyacentes a los campos de control podrían verse expuestas al pesticida. Lo ideal sería que en ningún campo del entorno hubiera cultivos tratados con neonicotinoides.

Para montar un experimento como ese hacía falta mucho dinero, pero no teníamos ni patrocinador ni financiación, así que nos vimos obligados a adoptar otro enfoque. En lugar de colocar colonias de abejorros cerca de campos tratados y no tratados (lo ideal sería contar con varias réplicas de cada uno), añadimos imidacloprid a la comida de las colonias de abejorros en unas concentraciones similares a las que se encontrarían en el néctar y el polen de un cultivo de colza cuyas semillas fueran tratadas. Estas concentraciones eran extremadamente bajas, solo 6 y 0,7 partes por mil millones de imidacloprid en el polen y en el néctar respectivamente. Los abejorros recibieron ese alimento contaminado durante dos semanas para simular lo que ocurriría si su nido estuviera cerca de un campo de colza tratado y, después de eso, colocamos los setenta y cinco nidos en el campus universitario y los dejamos a su aire. Controlamos su peso cada semana y contamos cuántas nuevas reinas producían los nidos. Los nidos de abejorros mueren al final del verano, pero, si todo va bien, dejan atrás nuevas reinas jóvenes que pondrán en marcha sus propias colonias la primavera siguiente.

Cuando cotejamos y analizamos los datos, los resultados

fueron bastante claros. Los nidos expuestos al pesticida eran bastante más pequeños que los nidos control (los que recibieron comida no contaminada) y producían un 85 % menos de nuevas reinas. Eso significaba que, al año siguiente, habría menos nidos de abejorros. Los resultados eran muy preocupantes y nos alegró saber que la prestigiosa revista *Science* aceptó publicar el estudio a principios de 2012.

Nuestro trabajo fue publicado junto a un estudio de un grupo de investigación francés dirigido por Mickäel Henry con base en Aviñón, en el que explicaban que los neonicotinoides alteraban la capacidad de navegación de las abejas, por lo que a menudo se perdían en el camino de vuelta a su colmena cuando salían de ella en busca de alimento. Nos pareció que ambos estudios demostraban que las semillas recubiertas de neonicotinoides podían dañar a estos insectos. Los resultados aparecieron en medios de comunicación de todo el mundo.

En esa época era bastante ingenuo. La controversia asociada a los pesticidas era nueva para mí y no estaba preparado para la reacción de los fabricantes de pesticidas, cuyo objetivo fue socavar nuestros hallazgos. Según ellos, nuestros experimentos no eran realistas, ya que adulteramos su comida en lugar de permitir que las abejas se alimentaran de forma natural en el cultivo, forzándolas de esa manera a comerse el alimento contaminado. Dijeron que tanto nuestro estudio como el francés utilizaron dosis del pesticida exageradamente altas, a pesar de que la dosis que elegimos la extrajimos de análisis publicados sobre las concentraciones de neonicotinoides halladas en el polen y el néctar de los cultivos de colza. En Internet aparecieron artículos difamatorios con los que intentaban desacreditarme personalmente como científico, afirmando que era un «científico de alquiler», dispuesto a aceptar dinero y fabricar pruebas para apoyar cualquier plan secreto (aunque, de hecho, nadie financió nuestra investigación).

Por suerte, el Parlamento Europeo se tomó nuestros resultados lo suficientemente en serio como para pedir a los científicos de la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria

(EFSA, por sus siglas en inglés) que estudiaran el tema y lo informaran. Tardaron casi un año en revisar todas las pruebas, pero en 2013 presentaron su análisis. Su conclusión fue que el uso de neonicotinoides en cultivos con flores (como los de colza y girasol que atraen a los insectos polinizadores, a diferencia de los cultivos cuya polinización es anemófila como el trigo y la cebada) suponía un riesgo significativo para los polinizadores. El Parlamento Europeo actuó rápidamente, proponiendo la prohibición de su uso en ese tipo de cultivos y, aunque me avergüenza decir que el Reino Unido se opuso inicialmente, la prohibición se convirtió en ley en diciembre de 2013.

Mientras tanto, la ciencia seguía avanzando. Se publicaron nuevos experimentos, algunos de ellos, estudios de campo a gran escala como los que no nos pudimos permitir. Un estudio sueco, dirigido por el ecólogo Maj Rundlöf y publicado en 2015, reveló que los nidos de abejorros situados junto a campos de colza tratados funcionaban mucho peor que cuando se colocaban junto a campos no tratados. También descubrieron que la reproducción de reinas decaía exactamente en un 85 %, tal como habíamos dicho nosotros tres años antes. Al mismo tiempo que estudiaban a los abejorros, también analizaron los efectos sobre las abejas albañiles (solitarias) del género *Osmia* y sobre las colonias de abejas melíferas. Las abejas solitarias cercanas a los campos tratados prácticamente dejaron de reproducirse, aunque las melíferas apenas sufrieron perjuicio alguno.

Dos años después se realizó un estudio internacional de mayor envergadura. Contaron con campos replicados en el Reino Unido, Alemania y Hungría. Este enorme proyecto fue llevado a cabo, entre otros, por Ben Woodcock, del Centro de Ecología e Hidrología de Gran Bretaña (CEH, por sus siglas en inglés). Se financió con 2,8 millones de libras esterlinas que aportó la propia industria agroquímica, que también supervisó los protocolos. No era más que un último y desesperado intento de anular la prohibición de utilizar neonicotinoides en los cultivos con flores. Este estudio también descubrió que los neonicotinoides utilizados en los cultivos de colza eran dañinos para las colonias de abejorros

y para las abejas albañiles. En el Reino Unido y Hungría, las abejas melíferas también sufrieron daños causados por el pesticida, pero no en Alemania, donde, al parecer, se alimentaban principalmente de flores silvestres alejadas de los cultivos.[1]Los patrocinadores, Bayer y Syngenta, se distanciaron inmediatamente del estudio, criticando los mismos métodos que ellos habían aprobado con anterioridad, asegurando que los resultados no eran concluyentes y acusando al equipo del proyecto de escoger los datos que les interesaban y malinterpretarlos. Ben Woodcock contratacó, afirmando en una entrevista con los medios de televisión: «No me gusta que me acusen de ser un mentiroso».

En la actualidad, los fabricantes de neonicotinoides siguen manteniendo que sus insecticidas son efectivos eliminando plagas de insectos y que a la vez son benignos tanto para las abejas como para otros insectos beneficiosos a pesar de la montaña de pruebas que dicen lo contrario. Su postura me recuerda al «doblepensar», la habilidad de aceptar simultáneamente dos creencias contradictorias, que en *1984* de George Orwell es lo que se espera de todos los miembros leales del Partido.

Mientras Ben Woodcock y Maj Rundlöf estaban llevando a cabo sus ensayos de campo, otros científicos estaban estudiando a fondo los efectos de los neonicotinoides sobre el comportamiento y la salud de las abejas (no de las colonias). Solo hace falta una cantidad ínfima de algún neonicotinoide para matar a una abeja. A menudo, la toxicidad se valora con la DL50, que significa «dosis letal media»: la dosis que mataría a la mitad de los animales que la reciben. La DL50 de la mayoría de los neonicotinoides es de unas cuatro mil millonésimas de un gramo por abeja, que no es mucho según la mayoría de los estándares. Sin embargo, empezaron a aparecer pruebas de que incluso cantidades más pequeñas podían tener efectos sutiles, subletales pero importantes; ya sabíamos, gracias al estudio de Mickäel Henry de 2012 sobre los efectos del imidacloprid en la navegación de las abejas, que administrar a las abejas melíferas una tercera parte de la DL50 podía reducir su capacidad para encontrar el camino de vuelta a la colmena. Si cualquiera de nosotros recibiera una dosis subletal de una

neurotoxina, seguramente se sentiría aturdido y confundido, y posiblemente se equivocaría de camino al regresar a casa. Pero, en el caso de una abeja melífera, su trabajo consiste en pasarse todo el día buscando flores, recoger alimento y llevarlo a la colmena. Así una y otra vez. Perderse sería una catástrofe, ya no contribuiría al bienestar de la colmena y no sobreviviría mucho tiempo fuera de ella. ¿Podría ser esta la explicación de «el arrebatamiento de las abejas»?

Para empeorar las cosas, han aparecido nuevos estudios que indican que las dosis subletales ínfimas de neonicotinoides también causan otros efectos dañinos. Por ejemplo, si el alimento que consumen las abejas contiene solo una parte por mil millones de esas sustancias, su sistema inmunitario se verá afectado, lo que facilita que se infecten con enfermedades como la transmitida por el virus de las alas deformes (las alas se arrugan, lo que les impide volar). Una dosis ínfima de neonicotinoides, da igual si la recibe siendo una larva en desarrollo o siendo ya una abeja adulta, dificulta su capacidad para aprender y recordar qué flores son las más gratificantes, una habilidad fundamental para el éxito de la colonia. Estas dosis subletales también provocan que los huevos sean más finos y reducen la esperanza de vida de las abejas reina, la fertilidad de los machos y la cantidad de tiempo que los adultos dedican al cuidado de sus crías. Cuando se realizan pruebas para analizar si un nuevo pesticida es dañino para las abejas, no se incluye ninguna que detecte estos efectos subletales.

Se podría pensar que la prohibición en la Unión Europea del uso de neonicotinoides en los cultivos que dan flores fue el último capítulo de esta historia, al menos en Europa: si logramos que las abejas no se expongan a estas sustancias químicas, entonces no sufrirán ningún tipo de efecto, ni letal ni subletal. Por desgracia, no es tan sencillo. Se creía que, si se adhería pesticida a las semillas de un cultivo, atacaría con más eficiencia a las plagas (siempre y cuando estuviera pegado correctamente). Hasta entonces, los pesticidas se rociaban sobre los cultivos desde un tractor con pluma, con lo que una parte acababa siendo arrastrada por el viento más allá del cultivo en cuestión y llegaba a los setos, a los

jardines o a las reservas naturales. Pero se dijo que si se utilizaban como cobertura de la semilla podrían ser más efectivos. A primera vista parecía un argumento bastante convincente y todo el mundo lo dio por válido. Por desgracia, no era así.

En 2012, el científico estadounidense Christian Krupke publicó un estudio en el que explicaba que encontró neonicotinoides en dientes de león silvestres que crecían en tierras agrícolas cercanas a cultivos tratados. Cuando leí su artículo me alarmé. Si el pesticida estaba adherido a la semilla del cultivo, ¿cómo llegó a las flores silvestres cercanas? Empecé a revisar la literatura científica sobre ese tema y encontré un estudio que publicaron los empleados de Bayer en el que cuantificaban la proporción de cobertura de la semilla que era asimilada por el cultivo. La absorción del componente activo variaba mucho según el tipo de cultivo de que se tratara, entre un 1 % y un 20 %, siendo la media de tan solo el 5 %. En comparación, la absorción de los pesticidas que se fumigaban desde un tractor llegaba fácilmente al 30 %. Por lo que, si solo se absorbía, de media, un 5 % de la cubierta de neonicotinoide de la semilla, ¿dónde diablos acababa el otro 95 %?

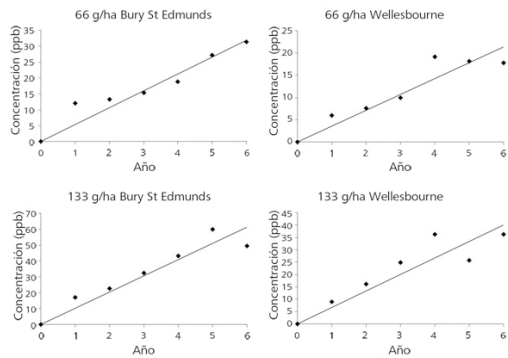
Una investigación realizada en Italia reveló que, incluso cuando se adhiere correctamente el pesticida a la semilla, un 1 % de este se desprende en forma de polvo durante el proceso de sembrado. Los investigadores italianos observaron que este polvo era mortal para cualquier abeja melífera que volara cerca.

Quedaba por averiguar dónde había ido el 94 % restante. Pero era bastante obvio: al suelo y a las aguas subterráneas. Si esa gran proporción del neonicotinoide no era absorbida por el cultivo, ni tampoco se la llevaba el viento, lo más seguro es que fuera a parar al suelo. Esto planteaba más cuestiones: si se quedaba en el suelo, ¿era dañino para la gran cantidad de criaturas que ayudan a mantenerlo en buenas condiciones? ¿Cuánto tiempo permanecía allí? ¿Se filtraba y llegaba a las vías fluviales?

Y, de repente, en 2013, encontré toda una serie de pruebas escondidas en un enorme y oscuro informe de la Unión Europea sobre el imidacloprid. Al parecer, este compuesto químico se iba

percolando lentamente en el suelo, por lo que, si año tras año se iban sembrando semillas de trigo tratadas, el contaminante se iría acumulando. El estudio, dirigido por Bayer, duró seis años. Empezó en 1992, pero los reguladores pasaron por alto su importancia durante más de quince años; yo lo descubrí gracias a que alguien me envió desde Estados Unidos un correo electrónico anónimo que contenía un documento de setecientas páginas.

La persistencia de un pesticida es una mala noticia, ya que, si tarda años en descomponerse en el medioambiente, aumentan las probabilidades de que dañe a alguna criatura que no forme parte de la plaga. Esto empeora si la sustancia química es tan persistente que se acumula después de cada aplicación. En ese caso la cantidad de toxina que llega al medioambiente es cada vez mayor.



Acumulación de un insecticida neonicotinoide en el suelo. Los niveles del neonicotinoide imidacloprid presentes en el suelo en el que cada otoño (1991-1996) se sembraron semillas tratadas de trigo de invierno. Los dos lugares analizados se encuentran en Inglaterra. Las tasas de tratamiento fueron de 66 o 133 gramos de imidacloprid por hectárea excepto en el primer año, que fueron de 56 g en Bury St. Edmunds y de 112 g en Wellesbourne. Los datos están extraídos del borrador de la UE sobre la evaluación del imidacloprid, redactado en 2006. El informe demuestra, sin lugar a dudas, que los niveles de esa sustancia química se acumulan con el tiempo. Sin embargo, la conclusión a la que llegan a partir de todos estos datos es la inversa: «Es difícil que el compuesto se acumule en el suelo».

La larga persistencia del DDT fue una de las razones por las que acabó siendo prohibido. Si los neonicotinoides se acumulaban en el suelo, entonces cualquier organismo edáfico estaría muy expuesto a ellos durante todo el año. Dado que estas sustancias son solubles en agua, es lógico suponer que se filtrarán desde los campos de cultivo a las tierras vecinas, las zanjas, los arroyos y los ríos. Esto también explica por qué los pesticidas aparecieron en los dientes de león del estudio de Christian Krupke. Si el suelo estuviera contaminado, ¿podrían absorberlos las raíces de las flores silvestres con la misma facilidad que los cultivos? Si llegaron a las flores silvestres, la prohibición de la UE no era suficiente para evitar que las abejas estuvieran expuestas a ellos.

Y es en este punto cuando he de hablar de mi propio trabajo. Poco después de que, en 2012, se publicara nuestro artículo sobre los efectos de los neonicotinoides sobre las colonias de abejorros, me trasladé de Escocia a la Universidad de Sussex, en la costa sur de Inglaterra. Nada más mudarme, tuve una inusual racha de buena suerte con las solicitudes de subvenciones. Casi de forma simultánea obtuve una subvención del DEFRA y otra del Consejo de Investigación de Biotecnología y Ciencias Biológicas del Reino Unido (BBSRC, por sus siglas en inglés) para investigar cómo afectaban los neonicotinoides al medioambiente y qué daños podían causar. Por fin pude conseguir financiación para estudiar estos pesticidas. Recluté a dos científicas posdoctorales, la siempre alegre y dinámica Beth Nicholls, del West Country, y la tranquila, reflexiva y meticulosa Cristina Botías, de España. Las dos juntas pudieron desentrañar muchos detalles sobre el destino de los neonicotinoides en el medioambiente y los daños que estos causaban.

Cristina se centró en las flores silvestres. Pasó incontables horas recogiendo, a mano, polen y néctar de diferentes flores que crecen en los márgenes de los campos y en los setos vivos de las granjas locales de Sussex. Queríamos saber si la contaminación de los dientes de león en Estados Unidos fue una casualidad o si era algo habitual. Cristina también recogió cientos de muestras de suelo de los márgenes de los campos donde crecían estas flores

silvestres. Fue un trabajo increíblemente complicado, ya que para recoger el néctar tenía que introducir con mucho cuidado un pequeño tubo de cristal en el nectario de cada flor por el que el néctar subía por «capilaridad».[2]Cada flor proporcionaba solo unas pocas milésimas de mililitro de néctar, por lo que tuvo que muestrear cientos de flores individuales para poder disponer de una muestra lo suficientemente cuantiosa para poder realizar análisis químicos. Para recoger polen, trajo un montón de flores al laboratorio, las secó y luego introdujo cuidadosamente los granos de polen en un tubo de ensayo. Ese trabajo tan minucioso ya era difícil de por sí, pero la cosa empeoró cuando Cristina desarrolló alergia al polen, por lo que desde entonces tuvo que hacer todo su trabajo de campo con una mascarilla protectora que no impidió que se le hincharan y enrojecieran los ojos.

Los resultados del doloroso muestreo realizado por Cristina fueron preocupantes. El suelo de los márgenes de los campos y las muestras de polen y néctar de las flores silvestres contenían neonicotinoides que, se suponía, solo debían estar presentes en el cultivo. Amapolas, zarzamoras, acantos, violetas, nomeolvides, hierbas de San Juan, cardos, etc., en todas había trazas del insecticida. Las concentraciones variaban de una flor a otra, pero en algunos casos eran mucho *mayores* que las encontradas en los cultivos tratados de colza. Por ejemplo, la concentración de insecticida de algunas muestras de polen de acantos y amapolas era diez veces superior a las que solíamos utilizar en Escocia en nuestro experimento con los abejorros (recuerde que la industria de pesticidas dijo que esas concentraciones estaban muy por encima de las reales). Al principio fue muy desconcertante, pero, después de reflexionar un poco, vimos que tenía mucho sentido. Si los neonicotinoides se acumulaban en los suelos y en el agua edáfica de los cultivos, era de esperar que llegaran a los márgenes de los campos; ya sabíamos que no todos los cultivos absorbían por las raíces la misma cantidad de neonicotinoides, por lo que era lógico que ocurriera lo mismo con las flores silvestres. ¿Era posible que las amapolas y los acantos fueran muy buenos absorbiendo esos compuestos del suelo?

Cualquiera que fuera la explicación, estaba muy claro que la prohibición de 2013 de la UE sobre el uso de neonicotinoides en los cultivos que dan flores no iba a impedir que las abejas se contaminasen. La cantidad total de neonicotinoides utilizados en el Reino Unido es mayor después de la prohibición de 2013, debido a su aumento en campos de cereales como el trigo, cultivos que no atraen a las abejas. Si los neonicotinoides utilizados en los campos de cereales acababan llegando a las flores silvestres, entonces las abejas y todos los demás insectos que las visitaban seguían corriendo un gran riesgo. Para las abejas, visitar las flores para recoger alimento ha pasado a ser una especie de ruleta rusa. En algunas flores no hay pesticidas, pero otras contienen dosis muy elevadas, y no pueden distinguir unas de otras.[3]

Por suerte, hay una forma más fácil de recoger néctar de una zona amplia en lugar de hacerlo a mano. Como Cristina estaba descubriendo, a los humanos no se nos da muy bien hacerlo. En cambio, las abejas son expertas extrayendo esas recompensas escondidas en las flores: llevan 120 millones de años recogiendo polen y néctar. Sus ojos y antenas están adaptados para percibir los colores y aromas de las flores, y sus cuerpos han evolucionado para facilitar la recogida y transporte tanto del polen como del néctar. Sus abdómenes contienen un «estómago de miel» que se hincha y es capaz de albergar una cantidad de néctar igual a su peso corporal. Su cuerpo está recubierto de pelitos ramificados que atrapan el polen, mientras que sus patas están equipadas con una especie de peines con los que cepillan hábilmente el polen que cae en unas corbículas o canastas situadas en sus patas traseras.[4]

Por todas esas razones, las abejas pueden ser una herramienta muy eficiente para detectar si existe algún tipo de contaminación medioambiental, no solo la causada por los pesticidas. De una colonia de abejas salen cientos o miles de obreras que recorrerán el paisaje, se alejarán hasta 2 o 3 kilómetros de su nido, y regresarán cargadas de muestras de polen y néctar que habrán recogido de miles de flores. Los científicos se las pueden «robar» para sus investigaciones. Eso es lo que hacía Beth, mi otra posdoctoranda. Está claro que, a la hora de decidir quién hace qué, sacó la pajita

larga. Tenía que colocar colonias de abejorros y abejas en diversos lugares y muestrear el néctar y el polen que portaban en sus canastas.

Los enfoques adoptados por Cristina y Beth tienen sus pros y sus contras. Muestrear almacenes de alimento de las colonias de abejas es mucho más fácil que recolectar polen y néctar directamente de las flores, pero, dado que no sabíamos con exactitud dónde forrajeaban las abejas, era imposible saber de dónde procedían los pesticidas que contenía el alimento. En cuanto al polen, podíamos identificar el tipo de planta al que pertenecía observando los granos bajo el microscopio (los granos de polen difieren en forma y tamaño dependiendo de la especie de planta a la que pertenecen). Pero, de nuevo, no teníamos ni idea de dónde estaba esa planta. Por otro lado, dado que lo que nos interesaba eran los efectos que podían tener los pesticidas en las abejas, con este enfoque podíamos averiguar las concentraciones de pesticidas a las que estaban expuestas en el mundo real.

Gracias al trabajo combinado de Beth y Cristina pudimos hacernos una idea general de dónde acababan los neonicotinoides. Estaba muy claro que una gran parte permanecía en el suelo durante años. Las muestras de suelo que obtuvo Cristina estaban contaminadas con imidacloprid, el primer neonicotinoide que apareció en el mercado. Pero, en la época en la que tomó las muestras, hacía ya años que los agricultores británicos no lo utilizaban (el imidacloprid fue sustituido por dos nuevos neonicotinoides, la clotianidina y el tiametoxam).[5]Los neonicotinoides llegaban a los márgenes de los campos y eran absorbidos por las flores silvestres y los setos vivos, por lo que esos setos que tanto valoramos por la vida silvestre que sustentan estaban impregnados de potentes pesticidas. De forma parecida, las flores plantadas a lo largo de los bordes de los campos para proporcionar alimento a las abejas también estaban contaminadas. Daba igual en qué lugar del paisaje de Sussex se colocaba la colonia, y daba igual si era de abejas melíferas o de abejorros. Sus reservas de polen y néctar solían contener neonicotinoides. En algunos casos, los niveles que encontrábamos en las reservas de

alimento de la colonia eran mucho más altos que los que utilizábamos en los experimentos, que, según habían afirmado los representantes de la industria, eran poco realistas por ser demasiado elevados. Por ejemplo, en el estudio que realizamos en Escocia en el que se produjo una reducción del 85 % en el número de reinas nacidas en los nidos de abejorros expuestos a neonicotinoides, el polen que les suministramos tenía una concentración de pesticida de 6 partes por mil millones. Los portavoces de la industria aseguraron que esa era una concentración excesivamente alta; sin embargo, los depósitos de polen de los nidos de abejorros que analizamos en los campos agrícolas de Sussex solían contener más de 30 partes por mil millones, una cantidad más que suficiente para causarles algún tipo de daño.

Beth y Cristina también clasificaron las bolitas de polen que portaban en sus patas las abejas melíferas para averiguar de qué planta procedían y luego analizaron todas esas plantas para averiguar cuánto pesticida contenían. Facilitó la tarea el hecho de que las abejas melíferas suelen recoger el polen de una sola especie de planta, por lo que pocos ejemplares llevaban cargas mixtas. Incluso en abril y mayo, durante el florecimiento de los cultivos de colza cercanos, la mayoría del polen procedía de flores silvestres. El favorito en esos días era el de los majuelos. Los datos se recogieron justo antes de que entrara en vigor la moratoria decretada en 2013 sobre el uso de neonicotinoides en los cultivos que dan flores, pero Cristina calculó que solo el 3 % de los residuos de neonicotinoides que llegaron a la colonia a través del polen procedían de los cultivos. Resulta alarmante que el 97 % llegara con el polen de las flores silvestres.

Cuando, en 2015, se publicaron los resultados de Cristina, la respuesta de la UE fue, una vez más, notablemente proactiva. Con la prohibición de 2013 se pretendía impedir que las abejas se vieran expuestas a estos compuestos químicos, pero estaba claro que no bastaba con prohibir su uso en los cultivos que producían flores. En 2016, la Comisión Europea pidió a la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) que revisara las nuevas pruebas y

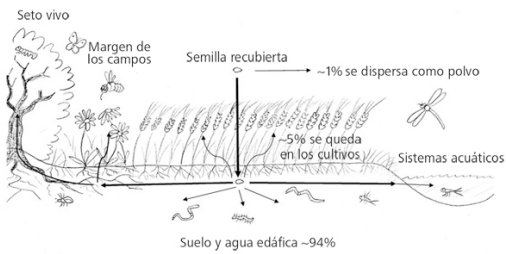
redactara un informe centrado, de nuevo, en los posibles daños causados a las abejas. En febrero de 2018 se hizo público el informe. Sus conclusiones eran contundentes: casi todos los usos de los neonicotinoides suponen un riesgo para las abejas. A finales de 2018, se prohibió en toda Europa utilizar al aire libre los tres neonicotinoides principales.

Nuestra financiación no abarcaba el estudio de la contaminación de los hábitats acuáticos a los que llegaban estos compuestos químicos desde los campos de cultivo, pero, por suerte, otros científicos estaban trabajando en ello. Tessa van Dijk y Jeroen van der Sluijs, de la Universidad de Utrecht, empezaron a estudiar este tema nada más recibir los datos recogidos por el gobierno sobre los niveles de contaminación de las aguas dulces de los Países Bajos. Los niveles de neonicotinoides de arroyos, ríos y lagos eran alarmantemente altos. En las zonas más contaminadas, las concentraciones llegaban a 320 partes por mil millones. Esas cifras son tan altas que el agua misma de los arroyos se podría haber utilizado como insecticida. Mientras tanto, en Canadá, Christy Morrissey, de la Universidad de Saskatchewan, descubrió que casi todos los lagos y humedales canadienses estaban contaminados con neonicotinoides. Cuando estos dos estudios hicieron que los científicos de otros países empezaran a analizar las aguas de sus territorios, pronto quedó claro que los lagos y ríos de todo el mundo, desde Portugal hasta California y Vietnam, estaban contaminados con estas sustancias químicas.

De todos los lugares que se han estudiado hasta ahora, las aguas dulces cuyos niveles de contaminación por neonicotinoides son más altos son las de los Países Bajos. En el resto del mundo los niveles suelen estar por debajo de una parte por mil millones. Puede que no parezca mucho, pero, por desgracia, es una cantidad suficiente para matar a los insectos acuáticos. Las efímeras, los tricópteros y algunas moscas son los más sensibles, por lo que los reguladores de la UE han calculado cuál sería la cantidad de imidacloprid (neonicotinoide) que pueden tolerar las aguas dulces: 8,3 partes por billón. En un estudio global, Christy Morrisey descubrió que no solo se superaba este nivel en tres cuartas partes

de todas las muestras, sino que en algunas de ellas encontró hasta seis neonicotinoides diferentes. Además, los niveles de contaminación aumentaban año tras año en todo el mundo.

No es sorprendente, pues, que los sistemas de aguas dulces en los que se han detectado concentraciones más altas de insecticidas sean aquellos que albergan una menor cantidad de vida invertebrada. En los arroyos y ríos sanos abundan los insectos. Gracias a ello, los peces, las aves y los murciélagos tienen alimento suficiente. En las aguas más contaminadas de los Países Bajos, las poblaciones de muchos crustáceos e insectos acuáticos son cada vez menos numerosas y lo mismo ocurre con las aves insectívoras de esas zonas.



Destino de los insecticidas neonicotinoides que se utilizan para recubrir semillas. De media, solo el 5 % del pesticida acaba donde se supone que debería acabar (en el cultivo). Esta cifra fue calculada por los propios científicos de la empresa Bayer (véase Sur y Stork, 2003, en «Lecturas adicionales»). La mayoría acaba en el suelo y disuelta en el agua edáfica, donde se irá acumulando tras las repetidas aplicaciones. Desde el suelo, podrá ser absorbido por las raíces de las plantas silvestres y por los setos, propagándose hasta sus hojas y flores. Otra posibilidad es que se filtren en los arroyos. El agricultor no puede saber si el cultivo será atacado por las plagas antes de sembrarlo, por lo que utiliza el pesticida de forma profiláctica. Este tipo de uso es contrario a todos los principios de la gestión integrada de plagas (GIP), un conjunto de métodos que pretenden minimizar el uso de pesticidas, limitándolo a aquellos casos en los que sea absolutamente necesario. Para la mayoría de los científicos agrícolas, la GIP es la estrategia óptima para la gestión de plagas. Según los principios de la GIP, las plagas se han de

controlar mediante técnicas no químicas, como el fomento de los enemigos naturales, el uso de cultivos resistentes y la rotación de estos. Solo en el caso de que todos estos métodos fracasen, y se detecte que la población de la plaga es importante, el agricultor puede recurrir a los pesticidas.

Impacto de la contaminación por neonicotinoides sobre los invertebrados lacustres. Las poblaciones de zooplancton del lago Shinji, Japón, se redujeron drásticamente en 1993 cuando se empezaron a utilizar neonicotinoides en los arrozales circundantes (de Yamamuro *et al*., 2019).

Sin embargo, puede que la evidencia más dramática del impacto que causaban los neonicotinoides en la vida acuática sea la aportada por el estudio del que ya hemos hablado que analizó el agua del lago Shinji, en Japón. Desde hacía años, se estaban controlando las poblaciones de invertebrados, ya que de ellos dependía la pesca de anguilas y eperlanos. Cuando se empezaron a utilizar neonicotinoides en los arrozales de los alrededores, se dieron cuenta de que estaban contaminando los arroyos que desembocaban en el lago. Las poblaciones de insectos, crustáceos y otros pequeños animales del lago (conocidos en conjunto como zooplancton) desaparecieron inmediatamente. Los defensores del uso de pesticidas aseguraban que se trataba de una coincidencia y que en esa fecha debió de ocurrir otra cosa que causó la muerte del zooplancton (puede que otro contaminante que también se utilizó por primera vez ese año o alguna plaga devastadora). Evidentemente, eso es posible, pero pregúntese *usted mismo* cuál cree que es la explicación más verosímil.

No se emprendió acción alguna, y la producción pesquera del

lago Shinji siguió siendo mínima durante al menos veinte años (no he encontrado ninguna publicación sobre el tema posterior a 2014). En cambio, desde una perspectiva europea, la historia de los neonicotinoides es, en muchos sentidos, alentadora. Las pruebas científicas se fueron acumulando, los organismos reguladores las evaluaron y los gobiernos actuaron con rapidez. Sin embargo, fue una vergüenza que se permitiera su venta durante veinticinco años hasta que fue demasiado evidente que eran dañinos para el medioambiente. En 2018, la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) evaluó el riesgo de estas sustancias, analizando las pruebas existentes sobre los efectos subletales en las abejas (no solo sobre las melíferas), pero sigue sin ser obligatorio que los nuevos pesticidas que salgan al mercado sean evaluados de esta manera.

Y aunque la EFSA trabajó con científicos de toda Europa para desarrollar un protocolo más riguroso con el que evaluar los nuevos pesticidas, la intensa presión de la industria sobre los políticos ha conseguido que de momento no se apliquen. Es decir, parece ser que no hay nada que vaya a impedir que se cometan los mismos errores con los nuevos productos químicos. Durante los últimos años han llegado nuevos insecticidas al mercado con los habituales nombres impronunciables: flupiradifurona, sulfoxaflor, cyantraniliprole y muchos más. La mayoría de ellos son potentes neurotoxinas, con propiedades parecidas a las de los neonicotinoides. De hecho, se podría decir que algunos de ellos *son* neonicotinoides. Uno se pregunta si, dentro de veinte años, una vez que se acumulen las suficientes pruebas, se prohibirá utilizarlos.

Sin embargo, aunque Europa ha tomado la iniciativa a la hora de prohibir el uso de neonicotinoides, primero en los cultivos que dan flores y luego en todos los demás, la tragedia es que, en el resto del mundo, siguen siendo los insecticidas más utilizados. Aparte de su uso generalizado como recubrimiento de semillas, en las Américas tienen otros destinos. Con ellos se fumigan los cultivos desde avionetas, se empapan los árboles ornamentales antes de plantarlos y se rocían las instalaciones ganaderas para acabar con las moscas. En 2017, un grupo de científicos suizos

dirigido por Edward Mitchell publicó un nuevo estudio para el que analizaron cientos de muestras de miel de todo el mundo. El 75 % de las muestras contenían al menos un neonicotinoide y en muchas hallaron dos o tres tipos diferentes mezclados.[6]Incluso encontraron esas toxinas en los depósitos de alimentos de abejas de islas remotas como Curazao, en el Caribe, y Tahití, en el Pacífico.

Merece la pena reflexionar sobre todo esto un momento. Las abejas melíferas son insectos fundamentales. El hecho de que hayamos encontrado insecticidas muy potentes en el alimento de tres de cada cuatro especímenes debería ser un motivo de preocupación. No solo suponen una seria amenaza para la vida de estas criaturas por toda la serie de efectos letales y subletales asociados a ellos, sino que también suponen una amenaza global para todos los insectos polinizadores. Las abejas melíferas son generalistas. La miel del estudio la debieron de recoger de una amplia gama de plantas de especies diferentes. Es lógico pensar que, si estos insectos se ven expuestos a los neonicotinoides, lo mismo les ocurrirá a los abejorros, las abejas solitarias, las mariposas, las polillas, los escarabajos, las avispas... Parece ser, pues, que muchas especies de todo el mundo están expuestas de forma continua a sustancias químicas que están diseñadas específicamente para matar insectos.

Ni siquiera en Europa se ha resuelto por completo el problema. Los agricultores pueden pedir a sus gobiernos nacionales una exención, un término legal que significa que pueden saltarse la prohibición temporalmente, en cuyo caso podrán utilizar neonicotinoides en sus cultivos. Tienen que argumentar que se trata de una emergencia, y que no pueden recurrir a ningún otro método alternativo para controlar las plagas, pero muchos gobiernos de la UE conceden estas derogaciones sin examinar la verosimilitud de los argumentos presentados. En 2017, por ejemplo, trece de los veintiocho países de la UE concedieron exenciones a los agricultores, permitiendo el uso de los neonicotinoides prohibidos en cultivos que dan flores. Una de las primeras acciones del gobierno británico posbrexit fue conceder, en enero de 2021, una exención para que se pudieran utilizar en

los cultivos de remolacha azucarera, a pesar de las feroces protestas de los grupos ecologistas.

Además, la prohibición de la UE no se aplica a los usos veterinarios. Mientras que a los agricultores no se les permite utilizar neonicotinoides en sus cultivos (a menos que les hayan concedido una exención), cualquiera puede comprarlos como tratamiento para las pulgas de sus mascotas. Los tratamientos más populares para eliminar las pulgas son Advocate y Advantage, y el ingrediente activo de ambos es el imidacloprid. El de Frontline, un producto de la competencia, es fipronil, un insecticida neurotóxico con propiedades muy similares a las de los neonicotinoides. Se podría pensar que la cantidad que se utiliza para proteger a las mascotas de las pulgas es trivial en comparación con la usada en los cultivos y, ciertamente, las cantidades son mucho menores, pero, aun así, las dosis son altas. Se supone que estos tratamientos son profilácticos. Se administra una gotita en el cuello del perro o gato cada mes, lo que hace que el animal sea tóxico para los insectos hematófagos. La dosis recomendada al mes para un perro de tamaño medio es suficiente para matar a 60 millones de abejas melíferas, y dado que tan solo en Gran Bretaña hay 10 millones de perros y 11 millones de gatos, es muy posible que se viertan sobre nuestras mascotas varias toneladas de imidacloprid y de fipronil cada año.

Por supuesto, esto no tendría por qué ser un problema, pues las abejas no se alimentan de perros o gatos, pero recuerde que estas sustancias químicas son persistentes y solubles en agua. Si un perro se baña en un estanque o en un arroyo, o se moja bajo la lluvia, es muy posible que una parte del insecticida pase al medioambiente. Mi doctoranda Rosemary Perkins obtuvo y analizó recientemente una serie de datos de la Agencia Medioambiental sobre los niveles de imidacloprid y fipronil presentes en veinte ríos ingleses. Sus resultados fueron muy preocupantes, ya que diecinueve de esos ríos estaban contaminados con imidacloprid y los veinte con fipronil y varios productos tóxicos procedentes de su descomposición, y aún peor. En la mayoría de los ríos los niveles encontrados superaban con creces los límites de seguridad

establecidos para los insectos acuáticos. Es muy significativo que, para ambos insecticidas, los niveles de contaminación fueran más altos en las muestras de río tomadas en aguas situadas después del desagüe de las plantas depuradoras. Un estudio estadounidense descubrió que al bañar a los perros se «arrastraba» la mayor parte del producto utilizado para matar a las pulgas en el agua del baño, por lo que parece factible que esta fuese la fuente de contaminación de los ríos ingleses, especialmente desde que, en el Reino Unido, se prohibió el uso agrícola del fipronil.

Durante las investigaciones de Beth y de Cristina sobre la presencia de pesticidas en el alimento recogido por las colonias de abejas, colocamos algunos nidos de abejorros en áreas urbanas. Sentíamos curiosidad por saber cuán diferente era la exposición a los pesticidas en la ciudad y en el campo. En el Reino Unido, el uso de pesticidas en los campos agrícolas está controlado por agencias gubernamentales, pero parece ser que no se controla el uso que hacen de ellos los jardineros, las autoridades locales o los dueños de mascotas. En general, las concentraciones de pesticidas en los depósitos de alimento de los nidos de abejorros situados en áreas urbanas eran menores que las concentraciones de los nidos de los campos. Además, los pesticidas hallados eran diferentes. En el campo, los neonicotinoides más comunes fueron la clotianidina y el tiametoxam, compuestos más nuevos que reemplazaron hace años al imidacloprid para usos agrícolas. En cambio, en las colonias situadas en áreas urbanas el más común fue el imidacloprid. No estamos seguros de su procedencia. Este compuesto suele ser el principal ingrediente de muchos aerosoles insecticidas que se venden para los jardines, y podría ser que algunos jardineros siguieran utilizando botellas que compraron años atrás. Otra posible explicación es que el imidacloprid permaneciera en el suelo y en las plantas desde hacía años. O puede que procediera de perros y gatos que se empaparon con la lluvia y el insecticida acabó contaminando los jardines. Lo más probable es que fuera una mezcla de las tres, aunque estaría bien conocer la contribución de cada una de las causas, ya que dos de estas fuentes dejarán de aportar contaminantes dentro de un

tiempo, mientras que no hay indicios de que se vayan a prohibir los tratamientos antipulgas con neonicotinoides.

Hasta ahora me he centrado en los neonicotinoides, los pesticidas más conocidos que todavía se utilizan, pero son tan solo la punta del iceberg de un problema mucho mayor. Durante las décadas de 1960 a 1980, los científicos cometieron un gran error al creer que la cuestión de los pesticidas había quedado resuelta con la batalla contra el DDT y sus derivados. Ahora cometeríamos un error de una magnitud similar si creyéramos que los neonicotinoides son los únicos pesticidas que suponen un riesgo para los insectos o para el medioambiente en general. Puede que algunos científicos y activistas hayan desarrollado una visión de túnel, centrando todos sus esfuerzos en un único tema, incapaces de ver la imagen completa. En nuestros estudios de Sussex sobre los pesticidas presentes en los almacenes de polen y néctar de los nidos de abejas, también buscamos fungicidas. Resultó que eran mucho más comunes que los insecticidas. En el polen recogido por los abejorros, hallamos un mínimo de tres pesticidas diferentes, y en ocasiones incluso diez, todos ellos mezclados. Otros investigadores de otras partes del mundo analizaron muestras de miel y polen para todos los tipos de pesticidas y, sin importar la ubicación geográfica de la colmena, el alimento de las abejas casi siempre contenía un complejo cóctel de insecticidas, fungicidas y herbicidas. En los almacenes de alimentos de las abejas se han hallado hasta 160 pesticidas diferentes, entre ellos 83 tipos diferentes de insecticidas, 40 fungicidas, 27 herbicidas y 10 acaricidas (para matar ácaros).

Sería lógico esperar que los herbicidas y fungicidas no sean dañinos para los insectos, dado que no están diseñados para eso. Los primeros se utilizan para matar malas hierbas que crecen en los cultivos o cerca de ellos. Los segundos se utilizan para erradicar enfermedades fúngicas de los cultivos como el mildiu o la roya, que si no se controlan pueden ser muy perjudiciales, sobre todo cuando el tiempo es húmedo. Muy a menudo, los agricultores presuponen que los fungicidas y herbicidas son inocuos para las abejas, por lo que rocían los cultivos que tienen flores durante el

día, cuando estos insectos están más activos (algo que no harían si se tratase de insecticidas). Pero cada vez disponemos de más pruebas que demuestran que los fungicidas también son dañinos para los insectos. Por ejemplo, gracias a un estudio a gran escala de los patrones de declive de los abejorros norteamericanos, sabemos que el mejor pronosticador de que la población de insectos empezará a reducirse es el uso de fungicidas, no de insecticidas o herbicidas. También se descubrió que existía una fuerte correlación entre el uso de un fungicida en particular, el clorotalonil, y la incidencia de una enfermedad causada por el hongo *Nosema bombi*, que provoca una diarrea, a veces letal, en los abejorros. De forma independiente, otros investigadores han descubierto que los abejorros expuestos a esta sustancia química son más susceptibles de sufrir una enfermedad relacionada, la provocada por el hongo *Nosema ceranae*, y que, si las colonias de abejorros se exponen a concentraciones realistas de clorotalonil (las que esperamos que podrían recibir las abejas que viven en tierras de cultivo), el crecimiento de la colonia se reduce significativamente. No se sabe con certeza cómo daña este fungicida a las abejas, pero una teoría es que mata a los microbios intestinales beneficiosos y eso hace que estos insectos sean más susceptibles a las enfermedades.[7]

El fungicida clorotalonil se ha venido utilizando desde 1964 y es uno de los pesticidas más empleados en todo el mundo. Hasta 2018, era el más utilizado en el Reino Unido, y suele aparecer en las muestras de miel. Sus efectos perjudiciales para las abejas no fueron recogidos durante su registro inicial y parece que han pasado desapercibidos durante más de cincuenta años. En 2019, la UE prohibió su uso, ya que contaminaba las aguas subterráneas. Desde allí llegaba a los ríos y al agua que se utiliza para consumo humano. Ninguna de esas razones tenía en consideración a las abejas. Al igual que ocurrió con los neonicotinoides, el resto del mundo sigue utilizándolo sin ninguna restricción. Eso hace que nos preguntemos cuántas sustancias químicas más, de los cientos de las que se dispone, descubriremos, en un futuro próximo, que son perjudiciales para alguna criatura, ya sean abejas, humanos o

tritones crestados del norte. Los organismos reguladores afirman que son seguras, hasta que nos dicen lo contrario. ¿Cómo podemos confiar en un sistema que nos ha engañado tantas veces en el pasado?

Mientras que algunos pesticidas son perjudiciales para las abejas de forma directa, los efectos de otros son más sutiles. Por ejemplo, en la actualidad se sabe que una clase de sustancias químicas conocidas como fungicidas inhibidores de la biosíntesis de ergosterol (EBI, por sus siglas en inglés) actúan de forma sinérgica con los insecticidas. El fungicida bloquea el mecanismo de desintoxicación de la abeja. Eso no supondría ningún problema si la abeja no se ve expuesta a ningún veneno. Sin embargo, si se ve expuesta de forma simultánea a un insecticida, su capacidad para lidiar con él se reduce significativamente. Algunas mezclas de fungicidas e insecticidas pueden ser hasta mil veces más tóxicas para las abejas que el insecticida por sí solo. Las pruebas que realizan los organismos reguladores nunca tienen en cuenta estas interacciones inesperadas cuando analizan un nuevo pesticida, dado que cada producto se estudia individualmente. Sin embargo, sabemos que en el mundo real las abejas y el resto de los insectos casi nunca están expuestos a una sola sustancia química a la vez. Desde el día que nacen ya están expuestos a una compleja mezcla de sustancias químicas creadas por el hombre, y también a nuevos patógenos y parásitos (véase el capítulo 10). Desconocemos cómo interactúan todas estas sustancias. Por esa razón, incluso el director científico del DEFRA, Ian Boyd, admitió que, actualmente, no es posible predecir cuáles serán las repercusiones ambientales del uso de grandes cantidades de múltiples pesticidas, y, aun así, los seguimos utilizando.

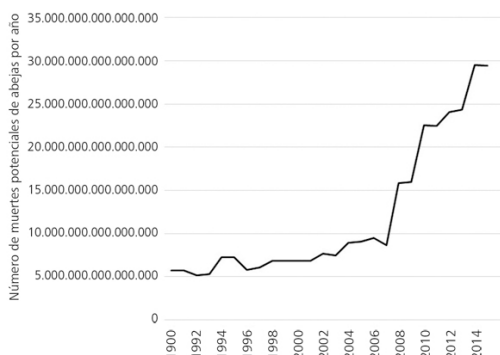
Retomemos el tema de si los pesticidas actuales son más seguros para el medioambiente que el DDT y sus derivados. Está claro que muchas personas creen que es así, pues, después de todo, los defensores de los pesticidas siempre recurren a la misma explicación: el peso total de los pesticidas utilizados ha disminuido. Eso es cierto en el caso del Reino Unido. Entre 1990 y 2015 el peso de los pesticidas utilizados por los agricultores pasó de 34.400 a

17.800 toneladas, una caída del 48 % (en todo el mundo, el peso total de los pesticidas utilizados en 2015 fue de unas 400.000 toneladas, por lo que lo utilizado en el Reino Unido supone tan solo un 4 % de la cantidad global). Debería aclarar que estas cifras se refieren al peso del «ingrediente activo», es decir, la toxina que a menudo va acompañada de todo un conjunto de sustancias químicas disueltas en un volumen mucho mayor de agua u otro disolvente.[8]

Sin embargo, la aparente reducción del uso de pesticidas es engañosa. Utilizar menos pesticidas es algo positivo, pero siempre y cuando no sea porque su toxicidad actual es mayor, y esa es precisamente la trampa. Una característica de estos nuevos compuestos es que siempre son más tóxicos que los anteriores. En 1945, cada hectárea se fumigaba con unos dos mil gramos de DDT. En la actualidad, se utilizan 100 gramos de aldicarb, 50 de algún piretroide o 10 de algún neonicotinoide, solo por citar algunos de los insecticidas más modernos. Esa diferencia se debe a que los nuevos son mucho más tóxicos para los insectos (tanto para los buenos como para los «malos»). Si hacemos un cálculo rápido veremos que el efecto neto de pasar a utilizar una cantidad menor de sustancias químicas que son más tóxicas podría suponer un mayor riesgo para estas criaturas. Los neonicotinoides y el fipronil son unas siete mil veces más tóxicos para las abejas que el DDT, por lo que cambiar dos kilos de DDT (una cantidad capaz de matar a unos 74 millones de abejas melíferas) por diez gramos de un neonicotinoide (que podría matar a unos 2.500 millones) no creo que sea dar un paso en la dirección correcta, al menos desde el punto de vista de las abejas.

Decidí estudiar este tema más detalladamente, gracias a la ayuda de varios entusiastas estudiantes de la Universidad de Sussex. La idea era averiguar cómo había cambiado con el tiempo el uso de pesticidas en el Reino Unido y cómo afectaban estos a las abejas. Gracias al DEFRA, las cifras sobre el uso de pesticidas en los campos de cultivo del Reino Unido están disponibles de forma gratuita en una web gubernamental (https://secure.fera.defra.gov.uk/pusstats/). Además, las actualizan cada

año. Para cada uno de los cerca de 300 pesticidas que se usan con regularidad en el Reino Unido, dedujimos el peso utilizado cada año y calculamos cuántas abejas podría matar (teóricamente). Sumamos, para cada año y para cada pesticida, el total de «muertes potenciales de abejas» y observamos cómo cambiaba a lo largo del tiempo. Debo recalcar que este es el peor escenario posible, ya que es muy improbable que las abejas consuman todos los pesticidas utilizados por los agricultores. Sin embargo, la escala del eje vertical del gráfico es alarmante. Los pesticidas utilizados en el Reino Unido podrían matar a todas y cada una de los aproximadamente tres billones de abejas melíferas del planeta, varios miles de veces, por lo que conviene que no se lo coman todo. Lo que creo que es muy importante es el patrón que se deduce del gráfico: desde 1990 el número de abejas que podrían morir por culpa de los pesticidas utilizados se ha sextuplicado. Desde la perspectiva de una abeja, las tierras agrícolas se han convertido en un lugar mucho más peligroso.



Cambio de la «carga tóxica» con el tiempo. El gráfico muestra el número de abejas melíferas que podrían morir por culpa de los pesticidas utilizados en los cultivos del Reino Unido cada año, en el improbable caso de que todos ellos fueran consumidos por las abejas. El número se ha sextuplicado desde 1990, ya que los nuevos insecticidas utilizados por los agricultores son más tóxicos. El gráfico está extraído de https://peerj.com/articles/5255/. Fíjese en que no se incluye la ivermectina que se administra al ganado, una clase de pesticida muy tóxico para los

insectos y que se encuentra en grandes cantidades en el estiércol del ganado, contaminando el suelo.

Evidentemente, los agricultores no utilizan todos esos pesticidas para matar abejas melíferas, abejorros ni cualquier otro insecto beneficioso o inofensivo. Su intención es acabar con las plagas de insectos tales como áfidos, moscas blancas y orugas herbívoras. Para conseguirlo rocían los cultivos durante la tarde, cuando la mayoría de las abejas estarán dormidas, por lo que la mayor parte del insecticida utilizado no las afecta. Sin embargo, no se pueden verter 17.000 toneladas de veneno cada año en el paisaje sin causar ningún daño involuntario. Digan lo que digan los doblepensadores que fabrican compuestos agroquímicos, los insecticidas matan a *todos* los insectos, no solo a aquellos a los que se pretende eliminar. No es de extrañar, pues, que nuestra vida silvestre esté en peligro, ya que cualquier planta o animal que viva en tierras de cultivo tiene que lidiar con las consecuencias de ser rociado con pesticidas una y otra vez cada año. Los que se rocían desde un tractor (o desde avionetas fumigadoras, una práctica común en las Américas) pueden llegar a los setos vivos que rodean los campos agrícolas y más allá. Los utilizados como recubrimiento de semillas se pueden acumular en los suelos y filtrarse en las corrientes de agua. Dado que cada campo cultivable se fumiga con pesticidas al menos diecisiete veces cada año, es inevitable que una gran parte de nuestro suelo esté contaminada con ellos.

Por desgracia, los que se utilizan en los cultivos son tan solo una parte de la historia. Por ejemplo, los ganaderos dan a sus animales ivermectinas para protegerlos de los gusanos intestinales y de los insectos parásitos. Por lo general se administran por vía oral. La mayoría de las ivermectinas pasan a través del sistema digestivo del animal y una parte sale junto a las heces. Una vez allí, pueden durar meses, convirtiendo lo que debería ser un festín para los escarabajos peloteros y las moscas en un peligro tóxico. Al mismo tiempo, las autoridades locales fumigan nuestros parques y nuestras aceras, y muchas personas rocían sus jardines con venenos comprados en el supermercado o en la tienda de bricolaje y lo

mismo hacen con sus perros y gatos. Aunque parezca increíble, todavía es posible comprar productos para acabar con las cochinillas de la humedad. De hecho, en la sección de jardinería de un periódico nacional se aconsejaba hace poco «controlar» las poblaciones de estas criaturas con Vitax Ltd Nippon Woodlice Killer si había demasiadas en el montón de compost. Para aquellos que se planteen seguir ese consejo, han de saber que este producto contiene un insecticida piretroide de amplio espectro y que se puede comprar en Amazon y en los centros de jardinería y bricolaje. En su etiqueta explica que se puede utilizar tanto dentro como fuera de casa, y señala que también es eficaz contra las tijeretas y los pececillos de plata. Lo que no entiendo es por qué alguien querría matar a estas criaturas. Las cochinillas de la humedad son insectos benignos, llevan a cabo una fantástica labor en el montón de compost, masticando el material leñoso y ayudando a que se convierta en un abono oscuro y fértil. Prosperan especialmente entre las pilas húmedas de leña, reciclando silenciosamente los nutrientes de la madera y poniéndolos a disposición de las plantas del jardín, y son un alimento para aves y pequeños mamíferos. Son criaturas beneficiosas y eso debería ser motivo de celebración. En cambio, se las persigue y envenena por culpa de un equivocado impulso psicótico de matar cualquier cosa que se atreva a prosperar. Las cochinillas de la humedad presentes en los montones de compost nunca son «demasiado numerosas», ya que están ayudando a disgregarlo; cuantas más, mejor. Si en su casa aparecen regularmente un buen número de cochinillas de la humedad y de pececillos de plata significa que tiene un problema de humedad. Lo mejor será que arregle ese problema, en lugar de llenar la casa de pesticida.

El problema global es que nuestros suelos, ríos, lagos, arbustos, jardines y parques están contaminados con mezclas de toxinas creadas por el hombre. Hay quien dice que la humanidad está en guerra con la naturaleza, pero la palabra «guerra» implica un conflicto entre dos partes. Nuestro ataque químico a la naturaleza es más parecido a un genocidio. No es de extrañar, pues, que nuestra vida silvestre esté desapareciendo.

El segundo pene de la tijereta

Pocas personas saben que los machos de muchas especies de tijeretas tienen dos penes, una característica que comparten con las serpientes.

Unos investigadores japoneses descubrieron que la mayoría de las tijeretas son «diestras». A la hora de aparearse, el 90 % de los machos utiliza su pene derecho. Sin embargo, si se lo han amputado (algunos científicos hacen cosas extrañas), la tijereta utiliza el izquierdo, que parece funcionar igual de bien. Por una extraña coincidencia, en algunas regiones de Japón a estas criaturas se les llama *chimpo-kiri*, que significa «cortador de penes», quizá porque alrededor de los antiguos retretes exteriores se encontraban muchas tijeretas.

Pero ¿para qué necesita dos penes una tijereta? Si durante el apareamiento se le perturba, el macho suele arrancarse el pene que está utilizando, y lo deja dentro de la hembra para poder huir rápidamente. El pene abandonado reduce las probabilidades de que la hembra se aparee de nuevo y, por lo tanto, es más probable que la futura descendencia sea suya. El segundo pene es una especie de «recambio», gracias al cual el macho puede aparearse de nuevo. Los científicos no han investigado si también abandonan su segundo pene con la misma facilidad.

Es muy curioso que los machos de muchas arañas adopten una estrategia parecida. Transfieren el esperma a las hembras a través de un par de palpos. En algunas especies, el palpo siempre se rompe y se abandona dentro de la hembra, lo que significa que el macho solo se puede aparear dos veces. El palpo continúa bombeando esperma en el interior de la hembra después de que su dueño se haya marchado. Es posible que, en las arañas, este mecanismo haya evolucionado porque las hembras se comen a sus amantes si estos se quedan enganchados demasiado tiempo.

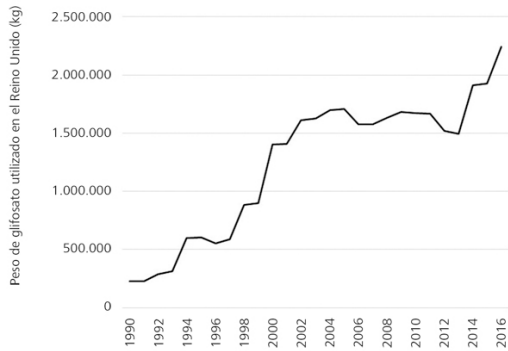
8

Malas hierbas

Los herbicidas, sustancias químicas a las que recurren los agricultores para eliminar las plantas que no forman parte del cultivo, y a las que se les suele llamar malas hierbas, son los pesticidas más utilizados en la mayoría de las granjas. Así se evita que compitan con los cultivos y reduzcan la producción. También se utilizan para matar un cultivo maduro, por ejemplo, de trigo o algodón, para asegurar que muere y se seca de manera uniforme. Esto le da cierto control al agricultor sobre el momento en que puede cosechar. De esa forma puede coordinarlo con el resto de las actividades agrícolas. El inconveniente es que la cosecha contendrá herbicida. El más conocido y más conflictivo es el glifosato, una sustancia química que se suele vender bajo el nombre de Roundup. Además, es el pesticida más utilizado en el mundo. En el Reino Unido, su uso ha ido aumentando año tras año hasta superar las dos mil toneladas en 2016. En esta cifra no se incluye el utilizado por las autoridades locales o por los ciudadanos en sus jardines. En ambos casos, la cifra también es elevada, algo que no es ninguna sorpresa, ya que vemos con mucha frecuencia vegetación amarilla y quemada junto a los caminos, aceras y arcenes de las carreteras. Estos usos no están sujetos a ninguna supervisión.

El glifosato es un herbicida de amplio espectro. Mata toda planta que toca. Es sistémico, lo que significa que se propaga a través de los tejidos de la planta para matar las raíces. Odio admitirlo, pero durante un tiempo lo utilicé en mi jardín, ya que creí a los fabricantes cuando me aseguraron que no era tóxico para

la vida silvestre y que se descomponía muy rápidamente en el medioambiente. Por entonces era bastante ingenuo.



Peso del herbicida glifosato utilizado por los agricultores británicos. El glifosato se suele vender con el nombre comercial de Roundup, y es el pesticida más popular en todo el mundo. Su uso aumenta año tras año. En esas cifras no se incluyen los usos domésticos ni el uso que de él hacen las autoridades locales. Los datos proceden de la web del DEFRA, una base de datos pública que informa del uso anual de pesticidas en la agricultura británica.

Me resultó útil para eliminar las malas hierbas que son difíciles de arrancar con la azada, como las ortigas, enredaderas, gramas y zarzas, aunque incluso aplicando glifosato, trascurrido un tiempo, estas resistentes plantas brotaban de nuevo. También me sirvió para mantener los caminos y la entrada al garaje limpios, ahorrándome el esfuerzo de tener que arrancar las malas hierbas que brotan de entre las grietas con una azada de mano. Pronto entenderá por qué ya no lo uso.

Puede que las dos mil toneladas utilizadas en el Reino Unido le parezcan demasiadas, pero según los estándares internacionales es una cantidad insignificante. Fuera de Europa, una gran parte del glifosato se aplica a cultivos transgénicos, también llamados «Roundup Ready» o «RR». Se trata de cultivos modificados genéticamente que se han hecho inmunes a los efectos del herbicida gracias a que se les ha insertado un gen extra

proveniente de una bacteria. Antes de la introducción de ese tipo de cultivos, los agricultores utilizaban glifosato únicamente durante las épocas del año en las que el suelo estaba libre de cultivos. Así mataban todas las mala hierbas antes de sembrar (o, como ya he comentado, para secar el cultivo antes de ser cosechado). Con estos nuevos cultivos (inmunes al glifosato), pueden fumigar todo el año y mantener sus campos libres de malas hierbas durante todo el ciclo de crecimiento. Desde la introducción en 1996 de los cultivos modificados genéticamente, el uso de glifosato se ha multiplicado por quince, llegando a las 825.000 toneladas por año en 2014, y la cifra sigue aumentando. Eso equivale a más de medio kilo de glifosato por cada hectárea de tierra cultivada en todo el mundo.

El principal impacto de herbicidas como el glifosato sobre los insectos tiene que ver con la retirada de la mayoría de las «malas hierbas» del suelo. Hay que recordar que estas hierbas son simplemente plantas que se encuentran en el lugar equivocado, al menos desde el punto de vista del agricultor. Lo que para una persona es una mala hierba, para otra es una flor silvestre. La mayoría de los agricultores y jardineros de Europa y Norteamérica estarían de acuerdo en que la grama (*Elymus repens*) es una mala hierba. En cambio, es importante para el ganado, los jilgueros europeos se comen sus semillas y las orugas de las mariposas doradas línea corta se comen sus hojas. Pero somos unas criaturas muy superficiales y no la valoramos porque no produce flores hermosas. Los cardos también suelen ser considerados malas hierbas, pero sus flores son muy queridas por las abejas y las mariposas. Sus semillas son muy apreciadas por los pinzones y docenas de insectos herbívoros (de los que dependen muchas aves insectívoras) se comen sus hojas o excavan en su tallo o en su cabezuela.[1]Y luego están las amapolas, los acianos, los crisantemos corona de rey, las agrostemas y muchas otras flores hermosas que a tantos de nosotros nos encanta ver, pero que, al encontrarse en campos agrícolas, compiten con los cultivos, razón por la cual son consideradas malas hierbas.

Las plantas son, de hecho, la base de casi cualquier cadena

alimentaria, y al desarrollar métodos agrícolas que prácticamente eliminan todas las malas hierbas de los campos de cultivo, como ocurre con los monocultivos puros, hemos hecho que una gran parte de nuestro paisaje sea inhabitable para muchas formas de vida. Por ejemplo, existen setenta y tres especies diferentes de asclepias que son autóctonas de Estados Unidos, treinta de las cuales son el único alimento de las orugas de las mariposas monarca (no comen otra cosa). Se ha calculado que en el Medio Oeste americano la abundancia de asclepias ha caído un 58 % en tan solo once años, entre 1999 y 2010. Es posible que esa sea una de las razones que expliquen el declive de las mariposas monarca. Aunque el herbicida glifosato es el principal sospechoso, hay otros implicados, como el herbicida dicamba. Al igual que ocurre con el glifosato, el uso de este herbicida ha aumentado con la introducción de cultivos de algodón y soja genéticamente modificados para que lo toleren. Eso permite al agricultor fumigar el cultivo en cualquier momento y eliminar así cualquier planta que no sea la cultivada. Por desgracia, se ha sabido recientemente que el dicamba se vuelve volátil cuando el tiempo es inusualmente cálido, por ejemplo, durante las olas de calor estivales que cada vez son más comunes debido al cambio climático. Esa sustancia se vaporiza y el viento la transporta lejos de su objetivo, a menudo matando cultivos y flores silvestres como las asclepias situados a cientos de metros.

No hay duda de que el declive de insectos provoca una serie de consecuencias en cadena que afectan a otros organismos, por ejemplo, a aquellos que se alimentan de ellos. Cuando de niño recorría los campos de Shropshire, en el Reino Unido, era muy habitual ver perdices pardillas en los campos, pero desde 1967 ha desaparecido el 92 % de ellas. Los estudios científicos llevados a cabo en Sussex que tienen en consideración períodos largos de tiempo han mostrado que, aunque resulte sorprendente, los herbicidas han sido los principales impulsores de este declive. No es que envenenaran a las aves, sino que reducían el número de plantas presentes en los cultivos y en los márgenes de los campos, lo que a su vez reducía el número de orugas y otros insectos

herbívoros que eran el principal alimento de los polluelos de las perdices. De forma parecida, durante el mismo período, ha desaparecido el 77 % de los cucos. Estas aves son depredadoras especializadas en orugas grandes y peludas como las de la polilla tigre. Hace treinta años, era muy habitual toparse con esas orugas de color naranja y negro, arrastrándose a gran velocidad por el suelo en busca de hojas y dientes de león con los que alimentarse, y con las espectaculares polillas adultas, con sus colores chocolate, crema y escarlata, remoloneando por la mañana cerca de las luces exteriores. Por desgracia, esta especie ha sufrido un declive del 89 %. Se cree que la causa principal es la limpieza concienzuda de los campos mediante el uso de herbicidas.

Al igual que ha ocurrido con la pérdida de insectos, la pérdida de flores silvestres en nuestros campos ha pasado bastante desapercibida. Los crisantemos corona de rey, las agrostemas y los acianos eran muy comunes hace un tiempo, pero en la actualidad escasean incluso en los campos de cultivo. Las amapolas han sobrevivido mejor, probablemente debido a la extraordinaria longevidad de sus semillas una vez que se hallan en el suelo, ya que pueden durar décadas. A pesar de eso, los campos de amapolas rojas son una excepción, y me parece que cada año que pasa quedan menos en el banco de semillas. La conclusión de un análisis realizado en Alemania fue que el número de especies de malas hierbas presentes en las explotaciones agrícolas se redujo (dependiendo de la región) entre un 50 % y un 90 % en el período que va desde 1945 hasta 1995, con una media del 65 %. El promedio de especies diferentes de malas hierbas por campo pasó de veinticuatro a solo siete.

A nivel mundial, se han extinguido 571 especies vegetales desde que hay registros. El número de plantas que han desaparecido de la naturaleza es más del doble que el número conjunto de aves, mamíferos y anfibios extinguidos. Casi todos los especialistas están de acuerdo en que la cifra real es muchísimo mayor, pues hay muchas especies que hace décadas que nadie ha visto, pero que todavía no han sido declaradas extintas porque puede sobrevivir algún ejemplar en algún lugar remoto del mundo.

Las extinciones de plantas resultan menos atractivas para el gran público que las de los animales, ya que estos son mucho más carismáticos. ¿Podría usted nombrar una sola de las 571 plantas que se han extinguido? ¿Quién, por ejemplo, ha oído hablar del sándalo de Juan Fernández, el asfódelo amarillo de los Apalaches o el olivo de Santa Elena, que en paz descansen? Cada especie vegetal que se pierde provoca una cascada de extinciones, ya que de la mayoría de las plantas depende algún insecto u otro animal, y, al igual que ocurre con la pérdida de insectos, el declive de especies vegetales merece mucha más atención.

Existe una preocupación creciente por el hecho de que los herbicidas puedan afectar de forma directa a los insectos, y, de hecho, también a nosotros. En muestras de miel y polen obtenidas en colmenas de abejas melíferas se han encontrado veintisiete clases diferentes de herbicidas, lo que demuestra que los polinizadores se ven expuestos a estos productos. Se supone que los herbicidas solo son dañinos para las plantas y un animal es un ser vivo muy diferente a una planta (siento tener que recalcar algo tan obvio), por lo que sería lógico pensar que estos productos no son dañinos para nosotros, los animales. Sin embargo, no hemos encontrado ni uno que no lo sea.

Volvamos a examinar con más detalle el glifosato. Se supone que ataca a una enzima que solo se encuentra en plantas y bacterias, razón por la cual no debería dañar a los animales. Mientras estudiaba abejas melíferas, Erick Motta, de la Universidad de Texas, observó que, si el alimento contenía glifosato, se alteraba la flora intestinal beneficiosa de estos insectos, haciendo que enfermaran con más facilidad (recuerde que dijimos que se sospecha que la exposición al fungicida clorotalonil tiene un efecto similar). La verdad es que no resulta sorprendente, dado que sabemos que el glifosato es tóxico para muchas bacterias, y es evidente que las abejas, al igual que los humanos, albergan comunidades de bacterias en sus intestinos que tienen un profundo efecto sobre su salud y su inmunidad ante las enfermedades.

La alteración de las bacterias intestinales no es el único efecto del glifosato. La científica argentina María Sol Balbuena utilizó un

radar armónico de alta tecnología para rastrear el movimiento de las abejas y descubrió que las que recibían pequeñas dosis de glifosato tardaban más en encontrar el camino de vuelta a casa cuando eran liberadas en un lugar desconocido. También daban más rodeos en comparación con las del grupo de control (parece increíble, pero los insecticidas neonicotinoides provocan las mismas alteraciones en las abejas). El efecto se manifestaba inmediatamente después de consumir el glifosato, por lo que no podía estar causado por cualquier perturbación provocada en la flora intestinal, ya que hacen falta días o semanas para que se noten los efectos en la salud del hospedador. Otros estudios han descubierto que el glifosato perjudica al aprendizaje de las asociaciones entre olores florales y recompensa, algo en lo que las abejas son realmente buenas y que es fundamental si quieren recoger mucho polen y néctar de manera eficaz. Si la navegación y el aprendizaje son deficientes, es posible que sea porque algo ha ocurrido con la recuperación de la memoria, pero todavía no sabemos cómo funciona este proceso.

Una vez más, los últimos descubrimientos sobre los efectos perjudiciales del glifosato sobre las abejas ponen de manifiesto las deficiencias del actual sistema normativo, el cual se basa principalmente en estudios de laboratorio sobre la toxicidad que abarcan un espacio de tiempo muy limitado. En el laboratorio, una abeja con una navegación y una capacidad de aprendizaje limitados, y cuya flora intestinal esté agotada, parecería completamente normal, lo que llevaría a la conclusión errónea de que el producto químico que se analiza es inofensivo para ellas.

Dado que nosotros también tenemos flora intestinal, es posible que usted se pregunte qué efecto tiene en nosotros el glifosato. Este tema ha sido objeto de una gran controversia. Es más que evidente que estamos expuestos al glifosato a diario, y la razón no es solo que esta sustancia haya demostrado ser mucho más persistente de lo que se pensaba, ya que en los suelos puede durar un año, y mucho más en los sedimentos de los estanques. Está claro que sobrevive a la cosecha y al procesamiento del cultivo, y, debido en parte a la práctica común de fumigar los

cultivos de trigo con glifosato justo antes de la cosecha, es muy habitual encontrarlo en alimentos cuya base son los cereales, como el pan, las galletas y los cereales del desayuno. Por ejemplo, en Estados Unidos se han encontrado concentraciones de glifosato de varios cientos de partes por mil millones en productos de Quaker Oats (especialmente avenas), en barritas de granola de Nature Valley y en cereales Cheerios, entre otros productos de consumo diario. Dado que estas concentraciones suelen ser más altas en muchos productos destinados a los niños, la Agencia de Protección Medioambiental de Estados Unidos cree que es muy posible que los niños de uno a dos años reciban dosis que excedan las que, según ellos, «son inocuas». Es una forma muy enrevesada de reconocer que existe un riesgo para ellos.

Puesto que el glifosato se utiliza en todo el mundo, es muy probable que todos nosotros estemos expuestos, de una u otra forma. Los responsables de un estudio reciente realizado en Alemania para el que analizaron la orina de dos mil personas, descubrieron que esta sustancia estaba presente en el 99 % de las muestras y que las de los niños solían contener más que las de los adultos. ¿Qué impacto puede tener en nosotros? Esta es la pregunta que desató la polémica. En 2014, la conclusión de un «metaanálisis» (un análisis conjunto de todos los datos disponibles sobre el tema analizado) fue que las personas que, por culpa de su profesión, se ven expuestas con regularidad al glifosato tienen un mayor riesgo de padecer un linfoma no Hodgkin. En marzo de 2015, la Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer (IARC, por sus siglas en inglés), un centro que forma parte de la Organización Mundial de la Salud, llegó a la conclusión de que el glifosato era «probablemente cancerígeno para los humanos». Se basaron en las muchas pruebas disponibles que demostraban que el glifosato puede causar estrés oxidativo (pues utiliza el suministro de antioxidantes del organismo) y que además es genotóxico (daña la información genética, es decir, provoca mutaciones que pueden dar lugar a cánceres).

Ocho meses después, en noviembre de 2015, la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) publicó un informe cuya

conclusión era que el glifosato no era cancerígeno, contradiciendo a la IARC. Casi inmediatamente después apareció un documento que criticaba el informe de la EFSA firmado por nada menos que noventa y cuatro autores, entre ellos muchos eminentes toxicólogos y epidemiólogos de todo el mundo. En 2016, la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés) presentó un informe en el que se alineaba con la EFSA y contradecía a la IARC. Su conclusión fue que «es poco probable que, en las dosis a las que nos solemos ver expuestos, el glifosato sea carcinogénico». Desde 2016, otros informes científicos y otros análisis de las pruebas y métodos han criticado o apoyado a la IARC, la EPA y la EFSA.

Para la gente corriente este tema es muy confuso. Incluso para científicos como yo, entrenados para sopesar las pruebas científicas disponibles, es difícil llegar a una conclusión. ¿Cómo es posible que organizaciones y grupos de científicos, todos con acceso a los mismos datos, lleguen a conclusiones tan contradictorias? Y si los toxicólogos profesionales no se ponen de acuerdo, ¿qué se supone que debemos creer los demás?

Charles Benbrook, agrónomo estadounidense, publicó una comparación detallada de los métodos utilizados por la IARC y la EPA. Las diferencias eran notables. La evaluación de la IARC cuya conclusión fue que el glifosato podía producir cáncer estaba basada en estudios revisados por pares,[2]mientras que la de la EPA se basó en mayor medida en los estudios realizados por Monsanto (los fabricantes del glifosato). Por lo tanto, la IARC se basaba en datos comprobados por expertos independientes, mientras que la EPA estaba utilizando estudios proporcionados por los propios fabricantes que, además, nunca estuvieron sujetos a una revisión por pares realizada por científicos independientes.

Permitir que las propias empresas evalúen la seguridad de sus sustancias químicas sigue siendo una práctica bastante común en todo el mundo, a pesar de que es obvio que crea un conflicto de intereses. Para empeorar las cosas, esos estudios no suelen estar disponibles para el público. Tal como señala Charles Benbrook, los hallazgos de los estudios realizados por la industria de pesticidas

son completamente opuestos a los de la literatura científica sujeta a revisión por pares. Por ejemplo, en el informe de la EPA se incluían 104 estudios sobre la posible genotoxicidad del glifosato (su capacidad para dañar al ADN provocando mutaciones y cáncer), 52 de los cuales estaban dirigidos por Monsanto y otros 52 extraídos de la literatura científica revisada por pares. En solo uno de los 52 estudios dirigidos por Monsanto hallaron genotoxicidad (2 %). En cambio, sí la detectaron 35 de los 52 estudios extraídos de la literatura científica accesible al público (67 %). No hace falta ser estadístico para darse cuenta de que algo está mal. Una explicación podría ser que los científicos que no trabajan para las empresas agroquímicas no siempre se molestan en publicar los resultados negativos. Eso es porque demostrar que algo no provoca cáncer es mucho menos excitante que demostrar lo contrario. También es posible que piensen que será mucho más difícil que les acepten un artículo cuyos resultados sean negativos porque a los editores de las publicaciones científicas les gusta publicar artículos que atraigan el interés general. Es mucho más fácil que un titular como «El glifosato provoca cáncer» tenga repercusión en los medios de comunicación que otro del estilo «Parece ser que el glifosato es inofensivo», y en cuanto a los científicos que trabajan para las empresas agroquímicas, es posible que se sientan muy presionados (de forma consciente o subconsciente) para descubrir que los productos de sus jefes no tienen efectos dañinos. De una u otra manera, es evidente que existe una enorme discrepancia entre los dos conjuntos de datos.

Pero estas no son las únicas diferencias existentes. Charles Benbrook descubrió que los enfoques adoptados por la IARC y por la EPA también eran opuestos. La evaluación de la EPA se centró básicamente en estudios en los que se utilizaba glifosato puro, mientras que la de la IARC dio una importancia similar a un pequeño número de estudios sobre los efectos del glifosato mezclado con otros compuestos, los llamados «herbicidas basados en el glifosato». En realidad, la exposición tanto de la vida silvestre como la de los humanos suele ser a herbicidas basados en el glifosato, ya que los agricultores nunca utilizan el compuesto puro.

Compran pesticidas con un nombre comercial, como Roundup, que consiste en una mezcla del «ingrediente activo» (en este caso glifosato) con otras sustancias químicas para aumentar la efectividad del herbicida. Por ejemplo, algunos de esos ingredientes pueden ser agentes humectantes (detergentes) que facilitan que el producto se pegue a las hojas de las plantas en lugar de desprenderse en gotitas. En el mundo real, los agricultores, las abejas y las mariposas están expuestos al Roundup, no al glifosato puro. Además de contribuir a que el producto se pegue mejor a las plantas, hay estudios que indican que también se pega mejor a los animales y que estos ingredientes añadidos pueden aumentar la absorción del producto a través de la piel y afectar al modo en que se metaboliza en el organismo. Es decir, consiguen que el herbicida sea más tóxico que si estuviera compuesto únicamente por glifosato y en algunos casos la toxicidad es varios cientos de veces mayor. Parece ilógico, pues, que las pruebas que realizan los organismos reguladores se centren en el glifosato puro, cuando está muy claro que todos los organismos se verán expuestos a los efectos de la mezcla.

El principal producto de degradación del glifosato es el ácido aminometilfosfónico (AMPA para sus amigos), una sustancia química tóxica que se encuentra habitualmente en los alimentos que ingerimos. En la evaluación de la IARC se incluyeron estudios sobre la toxicidad del AMPA, mientras que la EPA los ignoró.

Finalmente, Charles Benbrook señala que la evaluación de la EPA sobre la exposición probable de las personas se centró en el público en general (a través del consumo de alimentos contaminados), en lugar de en los agricultores y jardineros, más expuestos por su trabajo. Además, estos grupos pueden recibir dosis mucho más altas, sobre todo en caso de derrames accidentales o, por ejemplo, si utilizan pulverizadores de mochilas que tengan fugas. En el mundo hay millones de personas que utilizan glifosato regularmente, por lo que es inevitable que se produzcan accidentes.

Benbrook cree firmemente que el informe de la IARC es mucho más fiable que el de la EPA, y parece ser que los jurados

estadounidenses están de acuerdo con él. En agosto de 2018, un jurado californiano se pronunció unánimemente a favor de Dewayne Johnson, un jardinero escolar de cuarenta y seis años que desarrolló un linfoma no Hodgkin tras estar utilizando glifosato durante años como parte de su trabajo.

Un agricultor de subsistencia de Bengala, la India, utiliza un equipo casero para fumigar su tierra con herbicida. Fíjese en que no lleva ningún tipo de material protector, ni mascarilla ni guantes, ni siquiera calzado.

Durante su formación en el uso de pesticida, a Dewayne le dijeron que el glifosato era «tan seguro que hasta se podría beber». Monsanto fue condenado a pagarle la asombrosa cantidad de 289 millones de dólares como indemnización y por los daños causados. La decisión del jurado incluyó una declaración en la que afirmaba que los productos de Monsanto suponían un «peligro sustancial» para el público y el veredicto señaló que la empresa había «actuado con malicia». Está claro que no solo porque un jurado de legos en una materia esté de acuerdo en algo signifique que ese algo sea cierto. Puede que los miembros del jurado llegaran a entender la verdad científica o que se vieran influenciados por la tendencia natural a favorecer a los pequeños y a desconfiar de las grandes empresas.

Sin embargo, en marzo de 2019, un segundo jurado californiano declaró en contra de Monsanto, en esta ocasión a

favor de Edwin Hardeman, quien aseguró que había contraído un linfoma no Hodgkin después de utilizar glifosato durante treinta años en su jardín y en los de otras propiedades de las que era arrendador. Recibió 80 millones de dólares. El tribunal dictaminó que el diseño del Roundup era defectuoso, que Monsanto no advirtió del riesgo de contraer cáncer y que fueron negligentes. «El señor Hardeman está satisfecho con la sentencia», declararon Aimee Wagstaff y Jennifer Moore, las abogadas de Hardeman, después del juicio:

> El jurado declaró por unanimidad que Monsanto es responsable de causar su linfoma no Hodgkin. Como se demostró a lo largo del juicio, desde que se empezó a comercializar el Roundup hace más de cuarenta años, Monsanto se niega a actuar con responsabilidad. Sus acciones dejan muy claro que no les importa que pueda provocar cáncer, ya que se centran en manipular la opinión pública y en socavar a cualquiera que plantee preocupaciones genuinas y legítimas sobre su producto.

Casi al mismo tiempo que se anunciaba este veredicto, se publicó otro estudio académico, en esta ocasión realizado por Luoping Zhang y sus colaboradores de la Universidad de California en Berkeley. La conclusión de este nuevo «metaanálisis» fue que las personas que se ven expuestas con asiduidad al glifosato por culpa de su trabajo (agricultores, jardineros, etc.) tienen un riesgo 41 % mayor de desarrollar un linfoma no Hodgkin.

En un tercer juicio celebrado en California en mayo de 2019, una pareja casada, Alva y Alberta Pilliod, ambos con linfoma no Hodgkin contraído tras años de utilizar glifosato, recibió 2.000 millones de dólares. Aunque parece una suma estratosférica, lo más seguro es que se reduzca con el recurso. Monsanto se enfrenta actualmente a más de 13.400 demandas presentadas por personas que padecen cáncer y que culpan al glifosato de su enfermedad. En 2018, Bayer compró Monsanto por 63.000 millones de dólares, justo antes de que se anunciara el veredicto del caso de Dewayne Johnson. Seguro que la empresa alemana lo debe de estar lamentando, ya que, desde entonces, el valor conjunto de las acciones de Bayer ha caído unos 40.000 millones de euros.

Sin embargo, Monsanto sigue proclamando a los cuatro vientos su inocencia. En 2016, la empresa destinó un presupuesto de 17 millones de dólares a la defensa de la seguridad del glifosato y a desafiar el análisis de la IARC, según el cual el glifosato era carcinógeno.

Me he desviado un poco del tema porque esta historia ilustra muy bien las dificultades a las que nos enfrentamos cuando tratamos de sopesar las pruebas científicas disponibles y buscamos sus causas y sus efectos, ya seamos un miembro de un jurado, un científico o simplemente cualquier persona lega en la materia que intenta decidir si fumiga las malas hierbas que hay en su jardín o si es mejor arrodillarse y arrancarlas a mano. Es especialmente difícil cuando están implicados los intereses de grandes empresas que gastan cantidades importantes de dinero en la promoción de su punto de vista. Existen paralelismos obvios con el debate que suscitaron los neonicotinoides y, antes de ellos, la relación del tabaco con la salud humana.

En cuanto a mí, tengo una botella de glifosato en el cobertizo de mi jardín. La compré hace unos ocho años, pero no la he tocado desde hace cuatro, desde que se publicó el estudio de la IARC. Nunca más volveré a comprar una botella de pesticida. Cuanto más sé sobre ellos, más escéptico soy respecto a su seguridad. En cuanto al glifosato, no estoy seguro de cuál es la verdad absoluta, pero es obvio que lo más prudente es alejarse de él.

Parece probable que Europa, y tal vez también Estados Unidos, lo acabe prohibiendo por motivos de seguridad. Pero podemos dar por hecho que se seguirá utilizando en otros lugares del planeta. El patrón habitual es siempre el mismo. Los nuevos pesticidas llegan primero, a un precio elevado, a los mercados de los países desarrollados. Si resulta que son perjudiciales para el medioambiente o para las personas, acaban siendo prohibidos. Luego se venden a los países más pobres cuya regulación es mucho más laxa. Por ejemplo, el paraquat es un herbicida muy antiguo que fue creado por la empresa británica Imperial Chemical Industries (ICI) en su laboratorio de Jealott's Hill, en Berkhire, al oeste de Londres. Durante la década de 1960 se empezó a vender

comercialmente y acabó convirtiéndose en el herbicida más popular del mundo antes de la aparición del glifosato. Aunque se diseñó para matar malas hierbas, es excesivamente tóxico para las personas. Es una de las opciones preferidas de los suicidas, ya que la ingesta de unas pocas gotas provoca la muerte. Pero, dada su alta toxicidad, a veces se producían envenenamientos accidentales, especialmente en los países en vías de desarrollo en los que, en algunas ocasiones, las botellas de pesticida se reciclan como contenedores de agua. Además, es muy posible que los agricultores utilicen viejos pulverizadores de mochila con fugas. El paraquat no solo puede provocar la muerte; hay muchas pruebas que relacionan las exposiciones largas a este herbicida con enfermedades neurológicas. Por ejemplo, un metaanálisis de 104 estudios llegó a la conclusión de que las personas que lo utilizaban asiduamente tenían el doble de posibilidades de desarrollar la enfermedad de Parkinson. La preocupación generada por todos estos estudios hizo que, en 2007, fuera prohibido en la UE. Incluso China, un país que no se caracteriza por sus regulaciones ambientales estrictas, anunció en 2012 que lo estaba retirando gradualmente «para proteger la vida de las personas». Está bastante claro que este herbicida es una amenaza para la salud humana. Sin embargo, todavía se sigue fabricando en grandes cantidades en una antigua fábrica de ICI en Huddersfield, en el norte de Inglaterra, propiedad ahora del gigante químico suizo Syngenta (Suiza se adelantó a la UE al prohibir el paraquat en 1989). Según la Agencia Ejecutiva para la Salud y Seguridad del Reino Unido, desde 2015, esta fábrica ha exportado 122.831 toneladas de paraquat a Brasil, Colombia, Ecuador, Guatemala, la India, Indonesia, Japón, México, Panamá, Singapur, Sudáfrica, Taiwán, Uruguay y Venezuela. Con una sorprendente hipocresía, las autoridades de la UE y el Reino Unido han decidido que el paraquat es demasiado peligroso para usarlo en sus países, pero estamos muy contentos de fabricarlo y venderlo por todo el mundo. Según Baskut Tuncak, experto independiente de Naciones Unidas especializado en evaluar la seguridad de las sustancias peligrosas, «este es uno de los ejemplos más claros de doble rasero».

¿No son los gobiernos responsables también de lo que exportamos, y no solo de lo que ocurre en nuestros países?

La mariposa hormiguera de lunares

Muchas mariposas de la familia Lycaenidae establecen relaciones simbióticas con hormigas. Las orugas poseen glándulas en sus espaldas que excretan un líquido rico en azúcares o proteínas muy apreciado por las hormigas. Estas «ordeñan» regularmente a las orugas y a cambio las protegen contra depredadores y parásitos.

Una mariposa de esa familia, la hormiguera de lunares, se extinguió en el Reino Unido en 1979 debido a la pérdida de su hábitat, pero en 1984 se reintrodujeron ejemplares procedentes de Suecia. En la actualidad, se pueden ver de nuevo en nuestros campos. Resulta fascinante cómo esta criatura ha subvertido su relación, antaño mutualista, con su huésped. La hembra deposita sus huevos sobre el tomillo silvestre y, tras la eclosión, las crías se alimentan de las hojas durante sus primeros días de vida, como cualquier otra oruga. A continuación, hacen algo bastante inusual. Se dejan caer al suelo y allí esperan pacientemente a que pase una hormiga, una roja de la especie *Myrmica sabuleti*. La oruga imita el olor de una larva de esta especie, de modo que, si una hormiga obrera la encuentra, la recogerá, la llevará al nido y la colocará cuidadosamente en una cámara de cría junto al resto de las larvas. La ingrata oruga empieza entonces a comerse las pupas de hormiga mientras las obreras son incapaces de detectar o prevenir lo que está sucediendo delante de sus narices, a pesar de que pronto es mucho más grande que las otras larvas. La oruga permanece en el nido de hormigas hasta la siguiente primavera, momento en que se transforma en pupa. Cuando emerge la nueva mariposa a partir de su crisálida, debe trepar rápidamente y salir del nido antes de hinchar sus alas y alejarse volando, para iniciar de nuevo el ciclo.

9

Desierto verde

Las plantas crecen gracias a la fotosíntesis, el proceso aparentemente milagroso gracias al cual utilizan la energía procedente del sol para convertir dióxido de carbono y agua en energía química en forma de azúcares. Para crecer, también necesitan toda una variedad de minerales que extraen principalmente del suelo a través de sus raíces. En concreto, necesitan un suministro adecuado de tres elementos, fósforo, potasio y nitrógeno, además de cantidades menores de muchos otros. Sin estos nutrientes, el crecimiento de las plantas se atrofia y el rendimiento de las cosechas es escaso. Todos esos elementos deben estar presentes en moléculas accesibles para la planta; por ejemplo, el aire está compuesto principalmente de nitrógeno gaseoso, pero esta forma no es útil para la mayoría de las plantas, ya que no pueden acceder a él.

Hace tiempo que los agricultores saben lo importante que es la fertilidad del suelo: existen evidencias científicas de que, hace casi ocho mil años, los agricultores neolíticos de Grecia diseminaban estratégicamente estiércol en los cultivos de trigo y de legumbres, los que necesitaban más nutrientes. También vertieron cenizas y carbonilla en los campos durante miles de años. En Sudamérica, al menos durante mil quinientos años, los pueblos locales han estado remando hasta las islas costeras para recoger guano, el excremento acumulado de aves marinas como cormoranes, alcatraces y pelícanos, para utilizarlo como fertilizante en sus tierras. El guano es inusualmente rico en fosfatos

y era tan apreciado por los reyes incas que castigaban con la pena de muerte a aquel que perturbara a esas aves sin permiso. El naturalista y explorador alemán Alexander von Humboldt descubrió el uso del guano en 1802. Poco después, durante el siglo XIX, el mundo occidental se dio cuenta de su valía y se empezó a comerciar con él a escala global. Miles de trabajadores chinos fueron enviados a Perú y Chile para extraer lechos de excrementos de hasta cincuenta metros de profundidad, seguramente una de las ocupaciones menos agradables jamás concebidas por el hombre. Por supuesto, una extracción tan masiva como esa no podía durar eternamente. A finales del siglo XIX, ya casi no quedaba guano. Más recientemente, el gobierno peruano intentó desarrollar una recolección sostenible de guano, una iniciativa que finalizó trágicamente cuando la sobrepesca dejó sin alimento a las aves, provocando que su población se desplomara.

La importación de guano desde otras partes del mundo era inevitablemente cara, por lo que los científicos europeos pensaron en otras fuentes, en ocasiones extrañas, en su desesperada búsqueda de fosfatos. En la década de 1840, por ejemplo, el reverendo John Stevens Henslow descubrió abundantes coprolitos, heces fosilizadas de dinosaurio, cerca de Felixstowe, en Sussex. Henslow era profesor de botánica en la Universidad de Cambridge y es más conocido por ser el tutor y mentor de un joven llamado Charles Darwin. William Buckland descubrió una década antes, en 1829, qué eran realmente los coprolitos. Henslow era lo suficientemente perspicaz para adivinar que, si los excrementos de un ave eran ricos en nutrientes, era muy posible que la caca fosilizada de dinosaurio también sirviera. Desarrolló una técnica para extraer los fosfatos tratando los coprolitos con ácido sulfúrico y, al hacerlo, puso en marcha la poco conocida «fiebre de los coprolitos» de la década de 1860. Venía a ser la versión de Cambridge de la mucho más glamurosa fiebre del oro californiana que se estaba produciendo más o menos en la misma época. Duró unos treinta años, pero, igual que ocurrió con el guano, era inevitable que el suministro de coprolitos se agotara. Estaba claro que no hay nada menos renovable que las heces fosilizadas de

dinosaurios.

Cuando se quedaron sin suministro ni de guano ni de coprolitos, los agricultores británicos recurrieron a la fuente de fosfato más improbable de todas: gatos en polvo. En el antiguo Egipto, los gatos eran criados específicamente para ser sacrificados y así poder momificarlos. No eran mascotas, enviadas a hacer compañía a su amado dueño en la otra vida, sino animales criados en masa que fueron estrangulados o apaleados hasta la muerte a los seis meses de edad, envueltos en telas fuertemente atadas, secados y vendidos a quienes deseaban obtener el favor de alguno de los múltiples dioses. Se sospecha que se vendían sobre todo a los peregrinos, que compraban un cadáver y lo depositaban en el templo o santuario apropiado, algo así como colocar una vela. Miles de años después, en 1888, un agricultor egipcio que cavaba cerca de Beni Hassan, a unos 160 kilómetros de El Cairo, se sorprendió cuando el suelo cedió bajo sus pies y cayó en un túnel lleno de cientos de miles de gatos momificados. Es posible que los sacerdotes, o más bien sus esclavos, se deshicieran de ellos enterrándolos bajo el suelo cuando ya no les quedaba sitio. Cuando los agricultores locales empezaron a utilizar gatos triturados como fertilizantes, algún emprendedor tuvo la idea de exportar este producto, ya que solo se encontraba en Egipto. De allí salieron cargamentos de gatos momificados en dirección a Liverpool. Una vez allí, se vendieron por toneladas en una subasta. Luego fueron molidos en polvo para fertilizar los campos ingleses.[1]Se cuenta que, en una ocasión, el subastador utilizó uno de los cráneos como martillo.

Mientras tanto, casi al mismo tiempo que Henslow vendía su guano, sir John Bennet Lawes, emprendedor y científico inglés, intentaba fabricar fertilizantes a partir de rocas ricas en fosfato, coprolitos y huesos de animales con ácido sulfúrico. En 1842 patentó su fertilizante de «superfosfatos». Se pasó los cincuenta años siguientes experimentando con los efectos de diferentes fertilizantes sobre el crecimiento de los cultivos en su finca familiar, Rothamsted, cerca de Harpenden, al norte de Londres.[2]En el día de hoy, los fertilizantes de fosfatos se extraen de rocas ricas

en estos minerales, una fuente no renovable que acabará agotándose. No hay otras fuentes que podamos utilizar, a menos que descubramos de repente una cámara que contenga una gran cantidad de gatos momificados. Hay quien sugiere que el «pico de fosfatos» (la fecha a partir de la cual la producción de fosfatos empezará a reducirse por la falta de recursos) se alcanzará en 2030. No hay consenso al respecto y otros expertos creen que todavía quedan muchas reservas de minerales ricos en fosfatos, aunque el grueso de las reservas mundiales se halla en un territorio en disputa: el Sáhara Occidental. En la actualidad es Marruecos quien lo extrae y exporta, lo que le otorga un control absoluto sobre la producción mundial de alimentos.

El segundo de los tres principales nutrientes que necesitan las plantas es el potasio. Los compuestos ricos en potasio suelen llamarse potasa y, durante miles de años, la principal fuente disponible para la mayoría de los agricultores fueron las cenizas de la madera. La tala de enormes bosques en el este de Norteamérica para dedicar esas tierras a la agricultura durante el siglo XIX proporcionó un gran aporte (aunque temporal) de potasa al quemar los árboles que se iban talando. En el siglo XIV, en Etiopía ya se extraían del subsuelo minerales ricos en potasa y, al igual que ocurre con los fosfatos, esta sigue siendo la principal fuente. Por suerte, el mineral de potasa es más abundante y está más repartido por todo el mundo que los fosfatos, por lo que es poco probable que se agote pronto.

El tercer nutriente principal para las plantas es el nitrógeno. La planta lo absorbe en forma de nitratos y no suele aparecer como mineral explotable. Durante milenios, los agricultores utilizaron excrementos humanos y animales además de residuos compostados de cultivos para proporcionar nitratos a sus plantas. Evidentemente, no tenían ni idea de por qué estos productos hacían que sus cultivos crecieran tan bien. El médico escocés Daniel Rutherford descubrió el nitrógeno en 1772, pero eso fue cien años antes de que el químico francés Jean-Baptiste Boussingault se diera cuenta de lo importantes que eran los compuestos que contienen nitrógeno para el crecimiento de las

plantas. En 1909, los químicos alemanes Carl Bosch y Fritz Haber desarrollaron el conocido como proceso de Haber-Bosch, que permite capturar nitrógeno atmosférico y convertirlo en amoníaco. Este se puede utilizar posteriormente para fabricar toda una serie de compuestos ricos en nitrógeno que sí pueden utilizar las plantas. El descubrimiento no se produjo en un buen momento, ya que el mismo proceso permitió la fabricación en masa de una serie de explosivos, como la nitroglicerina, la nitrocelulosa y la trinitrocelulosa, justo a tiempo para ser usados para acabar con la vida de cientos de miles de jóvenes durante la primera guerra mundial. Después de la guerra, la enorme industria de municiones que se desarrolló a toda prisa para satisfacer las necesidades de la contienda se dedicó a fabricar fertilizantes. La agricultura industrial se construyó sobre los hombros del gas venenoso y las bombas.

Al igual que ha ocurrido con los pesticidas, el uso de fertilizantes ha aumentado constantemente año tras año. Durante los últimos cincuenta, el peso total de fertilizantes artificiales utilizados en todo el mundo se multiplicó por veinte. En la actualidad se utilizan unos 110 millones de toneladas de nitrógeno cada año, más otros 90 millones de toneladas de potasa y 40 millones de toneladas de fertilizantes fosfatados.

Puede que usted se pregunte por qué la fabricación y el uso de fertilizantes son algo tan dañino. No hay duda de que no lo son desde la perspectiva de un humano hambriento. Después de todo, los fertilizantes potencian el crecimiento de los cultivos, algo que, aparentemente, debe de ser bueno. Gracias a que cada vez era más fácil acceder a ellos, se puso en marcha lo que se conoce como «revolución verde». Este movimiento consistió en un aumento vertiginoso del rendimiento de las cosechas en todo el mundo a mediados del siglo XX, cuando se desarrollaron nuevas variedades de cultivos muy productivos que prosperaban en suelos fértiles. Uno de los principales impulsores de este movimiento fue el agrónomo estadounidense Norman Borlaug, considerado por algunos el «padre de la revolución verde». Borlaug fomentó la introducción de métodos agrícolas industriales y modernos en todo

el mundo, argumentando que «no puede haber paz en el mundo si los estómagos están vacíos». En 1970 recibió el premio Nobel de la Paz. Algunos afirman que salvó a mil millones de personas de morir de hambre.

Sin embargo, al igual que ocurre con la mayoría de las nuevas tecnologías, nuestro entusiasmo por los beneficios aportados nos impide ver al principio sus aspectos negativos. Desde el punto de vista de un insecto, los fertilizantes pueden tener consecuencias devastadoras. Por ejemplo, en los pastos provocan el crecimiento rápido de hierbas que sobrepasan a las flores. Para hacer desaparecer rápidamente una pradera antigua, rica en flores, no hace falta ararla o pulverizar herbicida sobre ella. Basta con una única aplicación de fertilizante artificial. La mayor parte del sudoeste de Inglaterra es de un color verde brillante cuando se observa desde un tren en marcha o desde el aire. Al verlo, los pasajeros pueden pensar que, como dijo William Blake en su himno, esta «tierra verde y placentera» está repleta de vida silvestre. Se equivocarían. La mayor parte de ese terreno es un desierto verde, un monocultivo de raigrás de crecimiento rápido, carente de flores. Eso es estupendo si lo que quieres es producir una cantidad de comida (monótona) para vacas, pero es una porquería si eres una abeja o una mariposa. Los efectos también son perniciosos, por la lixiviación de los fertilizantes en los márgenes de los campos y en los fondos de los setos, lo que conduce a que predominen en esas zonas un pequeño número de plantas que crecen muy bien si la concentración de los nutrientes es alta, como los acantos, las ortigas, las *dactylis* o las acederas. Estas hierbas altas y de rápido crecimiento acaban expulsando a las flores de los setos vivos. Ese es el caso de las prímulas, que en un tiempo eran tan abundantes que se podían recoger a montones para hacer vino.

La reducción de la diversidad botánica tiene efectos colaterales inevitables para los insectos que comen plantas y también para los polinizadores. Por ejemplo, las zonas que adornan las cunetas de las carreteras del sudoeste de Inglaterra son famosas por sus flores silvestres. Eso puede dar la falsa impresión de que

cada uno de los setos está lleno de flores. Pero unos científicos de la Universidad de Plymouth descubrieron recientemente que los laterales de los setos que daban a campos agrícolas (la mayoría) tenían muchas menos flores y atraían a muchas menos abejas que los que daban a las carreteras.

Hace cuarenta años, se podían ver mariposas saltacercas (*Lasiommata megera*) en casi cualquier hábitat soleado de Inglaterra. De esta especie se decía que era un poco «sosa», por su moteado marrón y naranja y el reverso grisáceo de sus alas. Durante mi adolescencia, de vez en cuando aparecía una de estas mariposas por nuestro jardín de Shropshire, y hacían honor a su nombre al posarse en la pared de la casa a tomar el sol.[3]Desde entonces, han desaparecido el 85 % de estas mariposas en el Reino Unido, y cerca del 99 % en los Países Bajos. Es como si en su distribución británica se hubiera abierto un enorme agujero en el centro, ya que no se encuentran ejemplares en la mayor parte de los condados de las Tierras Medias, ni tampoco en los del este y del suroeste. Parece ser que las zonas de las que han desaparecido son aquellas en las que más fertilizante se utiliza (y también más pesticida), y hay pruebas de que la exuberante vegetación, producto de la alta fertilidad del suelo, deja sin sol y enfría los microhábitats de las orugas, que prefieren que estos sean soleados y cálidos.

Los fertilizantes pueden tener otros efectos perjudiciales pero sutiles sobre las orugas. Hace poco se ha descubierto que las orugas de varias mariposas comunes (entre ellas la manto bicolor, la ninfa de Linneo y la maculada) tienen más probabilidades de morir si se alimentan de plantas criadas en suelos con alto contenido de nitrógeno. No estamos del todo seguros de cuál es la razón, pero un estudio sobre las plantas de tabaco nos da una pista. Sus autores descubrieron que estas plantas producen más sustancias químicas defensivas como la nicotina cuando están expuestas a un exceso de dióxido de nitrógeno (otra fuente accesible de nitrógeno). Eso hace que las mariposas *Manduca sexta* (una esfíngida conocida por algunos como gusano del tabaco) coman menos. Si las plantas de las que se alimentan las orugas son más tóxicas cuando el suelo es

excesivamente fértil, ya tendríamos una posible explicación no solo del declive de la mariposa saltacercas, sino también del declive general de las mariposas y polillas de las tierras agrícolas y del de otros insectos herbívoros.

¿Y qué podemos decir de los hábitats de aguas dulces, como ríos, lagos y estanques? La respuesta es que los hábitats que reciben aguas provenientes de suelos agrícolas están igualmente contaminados con fertilizantes (y muy a menudo también con insecticidas y metaldehído procedentes de las bolitas de pesticidas para babosas). El exceso de nutrientes ayuda a que las algas (vida vegetal microscópica) proliferen, convirtiendo arroyos y lagos cristalinos en una sopa verde y turbia. Esto impide que la luz llegue a las plantas acuáticas. Cuando estas mueren y se pudren, añaden más nutrientes al agua. La vegetación en descomposición consume el oxígeno del agua, lo que puede asfixiar la vida animal. En algunas ocasiones, cuando el tiempo es cálido, los organismos que proliferan en el agua contaminada son las cianobacterias (llamadas coloquialmente algas verdeazuladas, aunque no son algas). Estas liberan toxinas que matan a casi todos los organismos animales e incluso pueden convertir los lagos en lugares potencialmente letales para los nadadores humanos. Todo esto puede ser muy perjudicial para la vida acuática, de la cual forman parte, en un río o lago sanos, muchas especies de insectos, tales como tricópteros, efímeras, plecópteros y libélulas. De hecho, la relación entre la diversidad de insectos y la contaminación por fertilizantes en los arroyos es tan estrecha que los insectos se suelen utilizar como bioindicadores del nivel de contaminación acuática. Las predicciones realizadas indican que si aumenta la frecuencia de lluvias torrenciales debido al cambio climático, aumentarán igualmente las escorrentías que arrastran fertilizantes de nitrógeno y otros compuestos agroquímicos hacia ríos, lagos y, finalmente, el mar.

Por esa razón, no resulta sorprendente que el agua que bebemos también suela contener fertilizantes, sobre todo en las zonas rurales y en los países en vías de desarrollo. La presencia de nitratos en el agua es la causa más común del «síndrome del bebé

azul», una condición potencialmente letal causada por la unión del contaminante a la hemoglobina, impidiendo que esta distribuya el oxígeno por todo el organismo.

Los efectos de los compuestos de nitrógeno no solo afectan a los campos abonados con fertilizantes y a las corrientes de agua a las que acaban llegando. La quema de combustibles fósiles en nuestros coches y aviones o en las centrales eléctricas también crea óxidos de nitrógeno (NO y NO_2) que precipitan y penetran en el suelo, aumentando la disponibilidad de nitrógeno para las plantas que viven, por ejemplo, en las reservas naturales y en otras zonas «protegidas» que pueden hallarse a cientos de kilómetros de cualquier tierra de cultivo. Para fabricar los fertilizantes de nitrato hace falta mucha energía, por lo general en forma de combustibles fósiles como gas natural, lo que genera emisiones de dióxido de carbono. Recientemente, se ha descubierto que las fábricas de fertilizantes también emiten metano, un gas de efecto invernadero que es 34 veces más potente que el dióxido de carbono. Aún peor, hasta el 50 % de los nitratos que se utilizan en los campos nunca llegan al cultivo, ya que las bacterias que viven en el suelo los descomponen formando óxido nitroso (N_2O). Este compuesto también se conoce como gas de la risa, pero este asunto es muy serio, dado que no solo supone un desperdicio del dinero invertido por el agricultor. Su principal problema es que es *trescientas veces* más potente que el dióxido de carbono como gas de efecto invernadero. Además, también destruye la capa de ozono. Desde 1850, las concentraciones de óxido nitroso atmosférico no han dejado de crecer. Los principales contribuyentes antropogénicos son los fertilizantes que contienen nitratos. Como veremos más adelante, en el futuro, es muy posible que el cambio climático sea uno de los principales impulsores de la desaparición de los insectos.

En resumen, no hay duda de que los fertilizantes ayudan a los agricultores a obtener cosechas mayores, pero también dañan al medioambiente. Reducen la diversidad floral de las praderas y de los márgenes de los campos agrícolas, y hacen que el resto de las plantas sean menos sabrosas o incluso tóxicas para los insectos.

Son los principales contaminantes de los sistemas acuáticos y contribuyen al cambio climático. Ni el público en general ni muchos agricultores tienen en cuenta estos aspectos.

La polilla procesionaria del pino

En los pinares del sur de Europa se pueden observar a menudo unos nidos de seda, esféricos, del tamaño de una pelota de baloncesto, construidos en lo alto de las ramas.

Si nos acercamos, veremos que hay abundantes excrementos de oruga y pieles secas, producto de las mudas, pegadas a la seda. En el corazón de la masa, encontraremos un grupo de orugas peludas que mueven su parte posterior cuando se las molesta. Hay que observar con precaución, ya que sus pelos pueden causar un desagradable sarpullido. Son las crías de la polilla procesionaria del pino, llamada así porque las orugas salen de noche, en fila india, con la nariz pegada a la parte trasera de la que va delante, para desplazarse hasta una parte del árbol que aún no esté seca y alimentarse de ella. Luego, antes del amanecer, regresan a su nido.

A principios del siglo XX, el entomólogo francés Jean-Henri Fabre realizó un famoso experimento con estas orugas. Las colocó en el borde de una maceta y durante siete días pudo observar cómo daban vueltas en círculo a su alrededor, cada una siguiendo a la que la precedía. Algunos utilizan este estudio como ejemplo de la idiotez que supone seguir ciegamente a un líder, pero entenderlo así es ser demasiado duro con la polilla. Cuando se ha intentado replicar, las orugas solo se quedan en el borde de la maceta si esta tiene laterales resbaladizos a los que no se pueden agarrar. Si se las obliga a caminar en círculo conteniéndolas dentro de un cilindro de cristal sobre una superficie plana, nada más retirarlo, las orugas rompen el círculo y se dirigen hacia nuevas hojas.

10

La caja de Pandora

Los insectos son atacados, de forma natural, por toda una serie de parásitos y enfermedades. En cualquier etapa de su ciclo vital pueden ser víctimas de otros insectos o de ácaros, gusanos nemátodos, hongos, protozoos, bacterias y virus. Muchos de estos organismos nos pueden parecer poco atractivos. Por ejemplo, el baculovirus que provoca que las orugas se derritan desde dentro hacia fuera o los ácaros que viven en el interior de la tráquea (tubos respiratorios) de las abejas. Pero no hay que olvidar que todos ellos forman parte de la riqueza de la vida. Han coevolucionado con los insectos durante milenios y, por lo general, no acaban con la vida de su especie hospedadora (no suele ser una buena jugada para un parásito, ya que, si acaba con la especie de la que se alimenta, es muy fácil que él también desaparezca).

Los parásitos y enfermedades de los insectos mejor estudiados son los que afectan a las abejas melíferas. La explicación es obvia. A los apicultores les interesa que sus abejas estén sanas y sean productivas, por lo que prestan mucha atención a cualquier cosa que pueda afectar a su bienestar. Las abejas tienen más enfermedades y parásitos que cualquier otro insecto. Puede que se deba a que su forma de vida es poco habitual, ya que viven apiñadas en una colmena que puede contener hasta ochenta mil obreras junto con su reina madre (unas condiciones perfectas para la propagación de patógenos). Son atacadas por varias especies de ácaros, por el escarabajo *Aethina tumida*, por las polillas de la cera, por tripanosomas (parientes de los organismos que causan la

enfermedad del sueño), por microsporidios (un grupo basal de hongos parásitos unicelulares) y por al menos veinticuatro virus diferentes, y, por si eso fuera poco, sufren diversas enfermedades fúngicas como la ascosferosis y la aspergilosis además de enfermedades bacterianas como la loque americana y la loque europea, y seguro que quedan muchas más por descubrir. Es increíble que queden abejas vivas.

Sin embargo, todos estos enemigos son naturales y no deberían preocuparnos en exceso. Estos parásitos forman parte de las estrategias naturales que impiden que una especie se vuelva demasiado común. Por desgracia, nosotros, los humanos, hemos interrumpido inadvertidamente estas relaciones naturales al propagar accidentalmente parásitos y enfermedades de los insectos por todo el mundo. La apicultura nació hace miles de años. Sabemos que, además de ser aficionados a los gatos momificados, los antiguos egipcios también tenían abejas, ya que, en sus jeroglíficos, algunos de los cuales son de hace cuatro mil quinientos años, grabaron imágenes de estas y de sus colmenas. En África septentrional se han hallado pruebas en vasijas de barro que demuestran que la apicultura es mucho más antigua; puede que se empezara a practicar hace nueve mil años. Nunca sabremos cuándo empezamos a trasladar colmenas de abejas entre lugares muy alejados, pero, dado que eran muy apreciadas, es probable que se transportaran y comercializaran de manera local en África y Europa desde hace milenios. De hecho, esta es la razón por la que es tan difícil averiguar cuál es el ámbito natural de la abeja melífera domesticada (*Apis mellifera*), pero los estudios moleculares sitúan su origen en el África oriental tropical. Desde allí, se propagó por África y llegó a Europa y a Oriente Medio. Por eso resulta confuso que se la llame «abeja melífera europea».

Sin embargo, gracias a la intervención humana, hoy en día se pueden encontrar abejas melíferas europeas en casi cualquier país del mundo, excepto en la Antártida. Son uno de los organismos cuya distribución es más amplia y sus traslados están muy bien documentados. Por ejemplo, en 1622, se transportaron las primeras colonias de abejas melíferas a la costa este de Norteamérica. A

California llegaron en la década de 1850. También se enviaron colonias a Australia en 1826 y a Nueva Zelanda en 1839. Por si fuera poco, en 1957, en Brasil se liberó de forma accidental una raza especialmente agresiva y, desde entonces, las llamadas «abejas asesinas» se han propagado por toda Sudamérica y Centroamérica, llegando al sur de Estados Unidos.

Todos estos envíos tenían una buena intención. Las abejas nos dan una deliciosa miel. Durante milenios fue nuestra única fuente concentrada de azúcar. Por esa razón los europeos las llevaron por todo el mundo. En tiempos mucho más recientes, se han introducido abejas en otros lugares para intentar aumentar la polinización de los cultivos. Las legislaciones actuales de la mayoría de los países desarrollados son más o menos estrictas respecto a la introducción de especies exóticas. Antes de eso, se produjeron auténticos desastres como las plagas de sapos gigantes y de conejos en Australia. Sin embargo, dado que las abejas son consideradas criaturas beneficiosas, hemos hecho la vista gorda cuando se ha tratado de redistribuirlas por todo el mundo. Uno de los países que más abejas extranjeras han importado es Estados Unidos. Entre otras, han introducido abejas cortadoras de hojas (*Megachile rotundata* y *Megachile apicalis*) y varias abejas albañiles (incluidas *Osmia cornuta* desde España, *Osmia cornifrons* desde Japón y *Osmia coerulescens* desde Europa). No está del todo claro por qué escogieron estas abejas en particular; puede que la elección fuera oportunista y no fruto de un plan cuidadosamente razonado. Estas y muchas otras especies han prosperado en diversas zonas de Norteamérica, hasta tal punto que algunos científicos han aconsejado a los jardineros estadounidenses que no coloquen hoteles para abejas solitarias (hogares de cría artificiales que suelen instalarse en los jardines para potenciar las especies autóctonas), porque suelen ser ocupados por estas especies alóctonas. Otras abejas como *Chalicodoma nigripes*, de Egipto, y *Pithitis smaragulda*, de la India, también se introdujeron en el país, pero parece ser que se extinguieron.

Los abejorros también se han propagado lejos de sus hábitats originales. En 1885, empezamos a enviar abejorros británicos a

Nueva Zelanda. En la actualidad sobreviven cuatro de esas especies. Una de ellas, *Bombus ruderatus*, fue enviada posteriormente a Chile en 1982. Los envíos de abejorros se incrementaron a finales de la década de 1980 tras el desarrollo de la cría comercial de abejorros comunes destinados a la polinización de tomates. Las flores de las tomateras necesitan lo que se conoce como «polinización por zumbido» o «polinización vibratoria»: la vibración de las partes masculinas de la flor para que liberen el polen. La mayoría de los cultivadores comerciales crían tomates en invernaderos y hasta la década de 1980 utilizaban equipos de personas armadas con varitas vibratorias para obtener el polen de cada flor; y entonces, en 1985, Roland de Jonghe, un veterinario belga apasionado de las abejas, se dio cuenta de que, si colocaba un nido de abejorros en un invernadero lleno de tomateras, polinizaban las flores con una gran eficacia. Los abejorros son expertos en la polinización por zumbido. Agarran las anteras (las partes masculinas de la flor) con sus mandíbulas y luego producen un zumbido con sus músculos alares, que aflojan los granos de polen y hacen que emerjan de ellas. Dado que esta especie de abejorro se reproduce fácilmente, De Jonghe empezó a criarlos y vender nidos, y en poco tiempo pudo fundar una empresa, Biobest. Se convirtió en un gran negocio al que pronto siguieron otras empresas rivales. En la actualidad, se crían millones de nidos de abejorros cada año. Al principio vendía los nidos únicamente en Europa, pero en poco tiempo su negocio se expandió por todo el mundo. En 1992, aparecieron algunos ejemplares en plena naturaleza en Tasmania. En los años noventa del siglo pasado otros se escaparon de invernaderos japoneses, y en 1998, en Chile liberaron intencionadamente algunos especímenes, desde donde se propagaron rápidamente por toda Sudamérica. Mientras tanto, en Norteamérica se fundaron diversas empresas dedicadas a la cría del abejorro *Bombus impatiens*, una especie autóctona del este de Norteamérica, que distribuyeron posteriormente por todo el continente e incluso México.

En retrospectiva, todos estos desplazamientos de abejas fueron bastante temerarios. Seguro que en todas las partes del

mundo en las que crecían cultivos ya había especies autóctonas capaces de polinizar sus flores. Solo necesitaban que se conservara su hábitat y que se limitara el uso de pesticidas. Por ejemplo, Norteamérica tiene unas cuatro mil especies autóctonas de abejas, además de innumerables sírfidos, mariposas, polillas, escarabajos, avispas y muchos otros insectos capaces de polinizar flores. Sin embargo, son muy pocos los casos en que no existía un polinizador nativo para un cultivo concreto. Por ejemplo, en 1895 fue necesario introducir abejorros de lengua larga en Nueva Zelanda para polinizar los cultivos de trébol rojo[1]porque ningún polinizador nativo era capaz de realizar esa labor: las flores del trébol esconden su néctar al final de un profundo tubo, más allá del alcance de cualquier abeja local. Sin embargo, la mayoría de estas introducciones de especies alóctonas han sido completamente innecesarias. Además, pueden causar grandes daños.

Así pues, ¿qué problemas pueden provocar las abejas alóctonas? El primero es que estas especies introducidas pueden competir con los polinizadores nativos, ocupar los lugares en los que anidan (como sería el caso de los hoteles para abejas instalados en muchas zonas de Estados Unidos) o incluso quedarse con una gran parte del néctar y el polen disponibles, haciendo pasar hambre a las especies autóctonas; ya en 1859, Charles Darwin se dio cuenta de que las abejas melíferas introducidas en Australia estaban «exterminando a gran velocidad a las abejas locales más pequeñas que carecían de aguijón». Darwin fue un biólogo increíblemente astuto, pero en esta ocasión estaba equivocado: es casi seguro que la abeja a la que se refería era *Trigona carbonaria*, que sigue siendo bastante común. Sin embargo, es probable que fuera el primero en reconocer el potencial dañino de la introducción de especies alóctonas, y podemos dar por seguro que, con la llegada de las abejas melíferas, otras especies de la fauna australiana sufrieron las consecuencias. En la actualidad, en Australia viven unas 1.500 especies de abejas autóctonas, pero dondequiera que vayamos, los insectos más comunes que revolotean alrededor de las flores son abejas melíferas. Hay aproximadamente medio millón de colmenas que contienen unos

25.000 millones de abejas (una enorme cantidad de bocas que alimentar). Los apicultores australianos cosechan unas treinta mil toneladas de miel por año. Una gran cantidad de miel que, antes de 1826, habría alimentado exclusivamente a los insectos nativos; imagínese a cuántos podría haber satisfecho. Se han realizado gran cantidad de investigaciones en todo el mundo que han confirmado que las abejas melíferas causan un impacto sobre los polinizadores nativos, ya que los apartan de sus flores preferidas. También provocan que las colonias de abejorros crezcan más lentamente y produzcan individuos de menor tamaño en los lugares en los que hay muchas colmenas de abejas melíferas. Nunca llegaremos a conocer cuál es el impacto global que ha tenido la introducción de abejas melíferas en lugares como Norteamérica y Australia, dado que nadie estaba estudiando las poblaciones de polinizadores nativos cuando llegaron las abejas extranjeras. Pero es muy posible que hubiera más especies de polinizadores que ya se han extinguido.

Existe un segundo problema asociado a la redistribución global de abejas: en muchas ocasiones, junto con los ejemplares transportados han viajado polizones. Al igual que ocurrió con la caja de Pandora en la mitología griega, las colmenas de abejas melíferas contenían parásitos y enfermedades que ahora se han propagado por todo el mundo. Cuando se escapan, ya no pueden ser capturados. No se puede culpar a los primeros apicultores de la propagación de estas enfermedades, ya que, por ejemplo, cuando en 1622 se transportaron abejas melíferas hasta el continente americano, todavía no habíamos descubierto la existencia de las bacterias y mucho menos la de los virus. Por desgracia, en la actualidad se siguen transportando parásitos inadvertidamente, a pesar de que ahora conocemos los riesgos. Puede que el ejemplo más conocido sea la propagación por todo el mundo del ácaro *Varroa destructor*.

Este ácaro es parásito de la abeja melífera asiática, *Apis cerana*, un pariente de menor tamaño de la abeja melífera europea, originaria, como es de esperar, de Asia. Estos ácaros son criaturas de color marrón rojizo y con forma de disco, visibles fácilmente a

simple vista, ya que miden unos 2 mm de diámetro. Se agarran a las abejas y succionan sus depósitos de grasa. Aunque es perjudicial para su hospedadora, el ácaro no suele causar grandes daños a las colonias. Ambas especies han coevolucionado durante millones de años. Aunque las abejas melíferas asiáticas fueron domesticadas, sus colonias suelen ser mucho más pequeñas que las de la abeja melífera europea y producen menos miel. Eso hizo que se enviaran ejemplares europeos a Asia. En la actualidad, los apicultores poseen una gran cantidad de abejas melíferas europeas que, a menudo, conviven con las asiáticas. Por desgracia, el ácaro *Varroa* puede saltar de un hospedador a otro, por lo que ahora también parasitan a las abejas extranjeras. En 1963 se detectaron en Singapur y Hong Kong los primeros ejemplares de *Varroa* en abejas melíferas europeas. Gracias al cuidadoso traslado de abejas y colonias infectadas por todo el mundo, este ácaro se propagó hacia el oeste, llegando a Europa oriental a finales de la década de 1960, a Francia en 1982, al Reino Unido en 1992 y a Irlanda en 1998. También llegó a Brasil en la década de 1970 y en 1979 se detectó el primer ejemplar de *Varroa* en Norteamérica, concretamente en Maryland. A pesar de la rigurosa regulación de la importación, estas pequeñas bestias implacables lograron llegar a Nueva Zelanda en el año 2000 y a Hawái en 2007. En la actualidad, Australia es el único país de tamaño considerable de todo el mundo en el que no hay *Varroa*.

Dado que en su pasado evolutivo nunca se tuvieron que enfrentar a este ácaro, las abejas europeas tienen pocas defensas contra él. Se alimenta tanto de las larvas como de los especímenes adultos, propagando enfermedades de abeja a abeja, entre ellas, la causada por el virus de las alas deformes. A medida que tanto los ácaros como los virus se van multiplicando en el interior de la colmena, las abejas empiezan a debilitarse y, por regla general, en uno o dos años, la colonia colapsa y muere. El ácaro *Varroa* y sus virus asociados son uno de los mayores problemas de las abejas melíferas y una de las razones por las que los apicultores de todo el mundo siguen perdiendo colmenas.

Por suerte, aunque se han podido detectar ácaros de esta

especie en otros insectos como los abejorros, parece ser que no se pueden reproducir sobre esos hospedadores. Es una pena que no ocurra lo mismo con el resto de los parásitos y enfermedades. Por ejemplo, el virus de las alas deformes infecta a insectos tan diversos como cucarachas, tijeretas, avispas sociales y abejorros, y se replica en ellos, así como en el interior de los ácaros *Varroa*. Tal como sugiere su nombre, las alas de las abejas infectadas están retorcidas, lo que les impide volar. La primera vez que se detectó este virus fue en abejas, por lo que durante mucho tiempo se creyó que era un virus especialista. Pero no hay razón para suponer que solo infecte a las abejas melíferas y no haga lo mismo con otros hospedadores. Parece ser, pues, que es un virus generalista que afecta a diversos insectos.

El virus de las alas deformes fue identificado por primera vez en Japón en 1980 y desde entonces se ha encontrado en prácticamente cualquier parte del mundo. Lo que desconocemos es si era un virus global o uno local que nosotros distribuimos por todo el mundo. Lo que está claro es que, en la actualidad, las colmenas de abejas melíferas son un reservorio de esta enfermedad y que el virus infecta a polinizadores silvestres como los abejorros. No está del todo claro cuánto daño les causa. Nadie hace un seguimiento de las enfermedades de los polinizadores silvestres, por lo que, si se produce un brote en una o varias especies, lo más probable es que no nos demos cuenta. En el caso de las abejas melíferas, el virus puede persistir en el interior de las colonias sin causar grandes daños, pero, si está presente *Varroa*, aparecen síntomas graves: los apéndices de las abejas infectadas, especialmente las alas, se deforman y acaban siendo inservibles. No es inusual encontrar nidos de abejorros en los que las alas de algunos individuos están deformadas. Cuando se analizan esos individuos, resulta que portan el virus. Pero lo que no sabemos es cuántos abejorros hay afectados, y esa es tan solo la enfermedad de las abejas que mejor conocemos.

Al menos otra enfermedad de las abejas ha saltado igualmente desde las melíferas a los polinizadores silvestres. *Nosema ceranae* es un microsporidio, un organismo unicelular que infecta los

intestinos de las abejas. Al igual que *Varroa*, parece que originalmente era un parásito asociado con la abeja melífera asiática. Fue descubierto por primera vez hace poco tiempo, en 2004, en Taiwán. Cuando los investigadores empezaron a buscarlo en otros lugares, se dieron cuenta de que era muy común en las abejas melíferas de Europa y Norteamérica. En estas regiones es considerada una enfermedad emergente, es decir, que ha llegado recientemente, pero en realidad es muy difícil determinar con precisión cuál es su origen. Los estudios genéticos de especímenes antiguos de abejas melíferas han detectado la presencia de *N. ceranae* en Estados Unidos en 1975 y en Brasil en 1979. Por lo tanto, al igual que ocurre con el virus de las alas deformes, no está claro cuál es su origen ni cuándo empezó a propagarse por el mundo. Los científicos todavía están tratando de reconstruir lo que pasó, pero es demasiado tarde para revertir el daño causado.

Igual que ocurre con el virus de las alas deformes, los efectos sobre los diferentes hospedadores son variables, puede que dependan de lo sanas que sean las abejas en otros aspectos. Algunos estudios han descubierto que *N. ceranae* mata a las abejas melíferas en unos ocho días. Las más afectadas son las abejas forrajeadoras, por lo que la colonia suele acabar conteniendo tan solo a una reina y a sus obreras cuidadoras (las más jóvenes, encargadas de cuidar a las crías), pero pocas forrajeadoras experimentadas que traigan alimento. También suele aparecer en abejorros, ya que, de momento, se ha encontrado en especímenes de China, Sudamérica y el Reino Unido. Parece que es más grave en los abejorros que en las abejas melíferas, ya que suelen acabar muriendo. Por esa razón, es muy preocupante que, tal como señalan algunos estudios recientes, una cuarta parte de los abejorros silvestres del Reino Unido estén infectados con esta enfermedad.

La propagación de *Varroa*, y puede que también la de *N. ceranae*, es debida, casi con toda seguridad, al traslado cuidadoso de abejas melíferas. Pero también ha ayudado el comercio de colonias de abejorros criados artificialmente. La higiene de estos lugares ha mejorado en los últimos años, pero cuando se

empezaron a criar, durante las décadas de 1980 y 1990, muchos de los nidos que se enviaban contenían parásitos de una u otra clase. Los ácaros traqueales de Europa, escondidos en las tráqueas de las abejas de producción industrial, se escaparon en Japón y, en la actualidad, infectan a sus abejorros nativos. De forma parecida, los abejorros comunes introducidos en Chile desde Europa se han propagado por toda Sudamérica portando al menos tres enfermedades típicas de los abejorros, aunque todavía no está del todo claro dónde se originaron estas. Lo que sí es cierto es que la llegada de esos abejorros tuvo un impacto desastroso sobre el abejorro chileno (*Bombus dahlbomii*), ya que no tenía defensas contra esos parásitos (si quiere conocer más detalles sobre esta historia, los encontrará en mi libro *Bee Quest*).

Estamos descubriendo continuamente nuevas enfermedades asociadas a las abejas, aunque no conocemos todos los detalles relacionados con sus hospedadores naturales, su distribución geográfica y los fundamentos de su biología. Sin embargo, sabemos mucho más de ellas que de las enfermedades que afectan a otros insectos. Las abejas no son los únicos insectos que hemos trasladado por todo el mundo. Por ejemplo, las empresas que crían abejorros también hacen lo mismo con toda una serie de agentes de control biológico, entre ellos diminutas avispas parasitoides, ácaros depredadores, sírfidos, neurópteros y mariquitas, todos ellos enviados por el mundo sin tener en cuenta las posibles consecuencias. Desconocemos qué enfermedades pueden portar. También trasladamos, de forma accidental, insectos que acompañan a las plantas ornamentales que se siguen enviando de forma rutinaria a través de las fronteras internacionales. Otros insectos se cuelan en los contenedores de transporte: por ejemplo, las avispas asiáticas llegaron a Burdeos a bordo de un cargamento de cerámica ornamental procedente de China, y pronto se propagaron y colonizaron la mayor parte de Europa occidental. Está claro, pues, que nuestras actividades, especialmente el comercio global de los últimos siglos, han alterado profundamente las distribuciones de numerosos parásitos de insectos, pero es muy posible que nunca sepamos cuál ha sido su verdadero impacto. De

la mayoría de las enfermedades que afectan a los insectos apenas sabemos nada. La razón es que del 99,9 % de las especies de insectos no tenemos ninguna información. Así que es verosímil que una epidemia provocada por algún parásito alóctono, propagado accidentalmente por el hombre, haya acabado con poblaciones enteras de insectos, y puede que siga ocurriendo delante de nuestras narices sin que nos demos cuenta.

Termitas kamikaze

En los bosques remotos y húmedos de la Guayana Francesa, vive uno de los insectos más inusuales de todos. Se trata de *Neocapritermes taracue*.

Las termitas son criaturas fascinantes, cuya forma de vida es parecida a la de las hormigas pese a no estar emparentadas con ellas. En sus colonias subterráneas, a veces descomunales, vive una reina junto a castas de obreras especializadas en diferentes tareas. Sin embargo, a diferencia de las hormigas, las termitas son estrictamente vegetarianas. Se alimentan de todo tipo de materiales vegetales y dependen de los microbios simbióticos presentes en sus intestinos para descomponer la celulosa, que de otro modo les resultaría indigesta. Las termitas son el alimento predilecto de muchas criaturas, desde osos hormigueros gigantes a las propias hormigas, razón por la cual han ido desarrollando, con el paso del tiempo, diversas defensas. Pero ninguna es tan comprometida como la ejercida por *Neocapritermes taracua.* Al envejecer, desarrollan en el abdomen unas manchas de color azul que están repletas de proteínas ricas en cobre. Con el tiempo, sus mandíbulas también se desgastan y se vuelven romas. De repente, son menos útiles para la colonia, pero se vuelven más agresivas y atacan a cualquier intruso. Si están perdiendo la pelea, las viejas obreras estallan y las proteínas azules reaccionan con las hidroquinonas almacenadas en las glándulas salivares del insecto, ahora muerto, para formar benzoquinonas altamente tóxicas (el mismo compuesto que expulsan los escarabajos bombarderos). Los científicos describen este comportamiento como altruismo suicida, análogo al aguijón de las abejas obreras, ya que estas mueren después de haberlo utilizado para picar. En ambos casos, la obrera está dispuesta a sacrificarse por el bien mayor de la colonia.

11

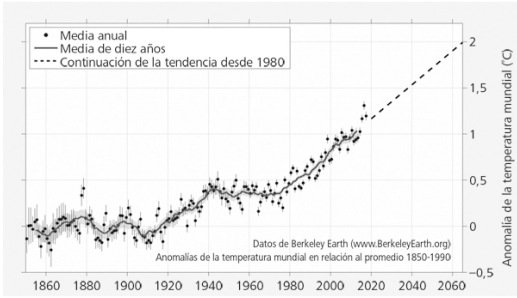
La tormenta que se aproxima

De todos los retos ambientales a los que se enfrenta la humanidad en el siglo XXI, puede que el cambio climático sea el más conocido por todos y, sin duda, uno de los más acuciantes.

Pero no fue hasta la década de 1990 cuando los científicos aceptaron de forma unánime que los gases de efecto invernadero producidos por las actividades humanas estaban alterando nuestro clima. Todavía hay negacionistas, incluidos, por desgracia, el anterior presidente de Estados Unidos y sus seguidores, aunque también hay quien dice que la Tierra es plana.[1]Para aquellos que vivimos en el mundo real, está claro que el clima está cambiando y que lo está haciendo a gran velocidad. Hasta ahora, el clima se ha calentado alrededor de 1 ºC desde el año 1900, lo que no parece mucho. Es el equivalente a mudarse de Birmingham, en el centro de Inglaterra, a Brighton, en la costa sur, aunque, al haberse producido a lo largo de cien años, ninguna persona que hubiera vivido todo ese tiempo se habría percatado de ello. Un bonito ejemplo de lo que es una línea de base cambiante. Por otro lado, yo nací en el norte de Birmingham y me he mudado cerca de Brighton, y sí que puedo notar la diferencia, pues el cambio que he vivido ha sido rápido.

Es evidente que, si solo tenemos en cuenta el tiempo meteorológico, no creo que a aquellos que viven en un clima frío o templado les pareciese mal mudarse de Birmingham a Brighton. Siempre he sospechado que esto explica la aparente apatía sobre el cambio climático que sienten muchas personas del Reino Unido y

de otros países húmedos y fríos. Pero no hay que quitarle gravedad. Si no reducimos pronto las emisiones de gases de efecto invernadero, nuestros hijos vivirán un aumento de temperatura de 3 o 4 grados.



Temperaturas mundiales entre 1860 y la actualidad, con proyecciones hasta 2065. Al ritmo actual de progresión, la temperatura media de la Tierra estará 1,5 ºC por encima de la media del período 1850-1900 en 2040, un aumento que llegará a los 2 ºC en 2065. De http://berkeleyearth.org/global-temperatures-2017/.

El aumento de la temperatura no afectará a todo el planeta por igual. La mayoría de las predicciones indican que las temperaturas de casi todos los océanos ascenderán poco, mientras que las que más aumentarán respecto a la media serán las de los polos y las de las masas terrestres continentales, especialmente África y Asia. Muchas zonas de estos dos continentes serán más o menos inhabitables para los humanos y, por supuesto, para la mayoría de las especies, y es precisamente en estos dos lugares donde reside la mayoría de la población humana.

Tratar de predecir el curso del cambio climático es, probablemente, el mayor reto científico al que se ha enfrentado jamás la humanidad. Miles de científicos de todo el mundo llevan décadas trabajando en ello. La ciencia no es exacta, sobre todo porque el clima se ve afectado por complejos «ciclos de retroalimentación» que ni siquiera los modelos matemáticos pueden registrar ni interpretar con precisión. Los ciclos de

retroalimentación positivos acelerarán el cambio climático, y algunas predicciones incluso indican que el calentamiento global se puede convertir en un proceso desbocado que simplemente no podremos detener, o tal vez sí, pero no a corto plazo. Por ejemplo, el hielo y la nieve de los polos y de las regiones montañosas reflejan el calor procedente del sol, lo que ayuda a reducir el calentamiento. A medida que se derritan y retrocedan, menos calor será reflejado, lo que a su vez provocará un aceleramiento en el deshielo, creando un ciclo de retroalimentación positiva. De forma parecida, el deshielo de la tundra, en el extremo norte del planeta, produce un burbujeo del metano que se creó durante milenios por la lenta descomposición anaeróbica de la materia orgánica, pero que estaba atrapado bajo el hielo. El metano es un gas de efecto invernadero mucho más potente que el dióxido de carbono, por lo que más metano implica más calentamiento y más calentamiento implica más metano liberado, creando otro ciclo de retroalimentación positiva. El calentamiento de los suelos aumenta el ritmo al que se oxida la materia orgánica produciendo dióxido de carbono, lo que, por un lado, reduce la salud del suelo y, por otro, añade más emisiones de efecto invernadero. El calentamiento también provocará que los incendios forestales sean más frecuentes, lo que, evidentemente, convertirá los árboles en dióxido de carbono y humo.

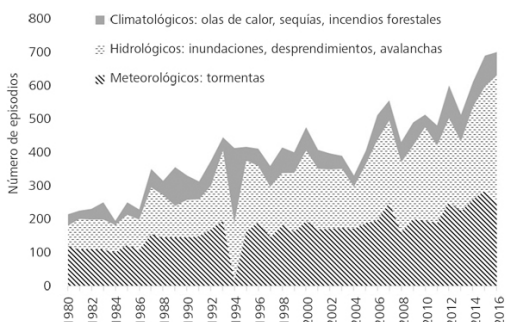
Por otro lado, también hay ciclos de retroalimentación negativa que pueden ralentizar el cambio climático; por ejemplo, cuanto más se calienta la Tierra, más calor irradia al espacio. Los niveles altos de dióxido de carbono pueden ayudar a las plantas a crecer más rápido, ya que pueden absorber más CO_2. Existen muchos más ciclos de ese estilo, tanto positivos como negativos. Algunos son evidentes y otros son más especulativos, pero los científicos del clima, en general, están de acuerdo en que los efectos de los ciclos de retroalimentación positiva superan a los negativos. En resumen, no hay duda de que el mundo se irá calentando, pero no está del todo clara la velocidad a la que lo hará y, por supuesto, también depende de lo que hagamos.

Más difícil aún es predecir otros aspectos de nuestro clima

futuro, especialmente la fuerza y frecuencia de las precipitaciones y los episodios de clima extremo como los huracanes. Gracias al calentamiento se evapora más agua de la superficie de la tierra y el mar, y, como lo que sube tiene que bajar, habrá más precipitaciones y más lluvias torrenciales que causarán más inundaciones; ya se está produciendo un aumento de la frecuencia y fuerza de los huracanes en el Atlántico, algunos de los cuales han tenido efectos devastadores tanto en el sur de Estados Unidos como en el Caribe. La mayoría de los modelos indican que se producirán cambios profundos en los lugares en los que llueva a finales del siglo: aunque en conjunto habrá más precipitaciones, se cree que habrá lugares en los que lloverá menos. Las predicciones indican que el Sáhara se expandirá hacia el norte, llegando al sur de Europa, y hacia el sur, introduciéndose en África ecuatorial. Algunas zonas de la cuenca del Amazonas se irán secando, por lo que lo que quede de pluviselva estará condenado a morir.

Otro tema que suscita un gran debate entre los especialistas es el nivel que alcanzará el mar. Nadie duda de que el hielo de los casquetes polares y de las grandes cadenas montañosas de todo el mundo se derretirá lentamente y su agua llegará al mar. En 1850, el Parque Nacional de los Glaciares, en Montana, estaba compuesto por 150 glaciares. En la actualidad solo quedan veintiséis. Pronto tendrán que cambiarle el nombre. Al mismo tiempo, con el aumento de temperatura, el agua del mar se dilata. La mayoría de las predicciones indican que los niveles del mar subirán entre uno y dos metros a finales de este siglo. Puede que dos metros no parezcan mucho, pero, por ejemplo, un ascenso como ese destruiría por completo las Maldivas, las Islas Marshall, la mayor parte de Bangladesh (hogar de 168 millones de personas y uno de los países más poblados de la Tierra), Florida y muchas grandes ciudades como Yakarta y Shanghái. Para el año 2100, se calcula que, solo en Estados Unidos, 2,4 millones de hogares estarán bajo el agua. Sin embargo, se cree que la cosa podría ser peor y que el nivel del mar ascienda más de lo esperado. Algunos estudios indican que estamos cerca de un punto de inflexión, traspasado el cual, no se podrá impedir que se derrita la capa de hielo de Groenlandia. Ese hecho,

por sí solo, causaría un aumento del nivel del mar de 6 metros. La mayoría de las predicciones existentes sobre el devenir del cambio climático se centran en cómo será el mundo a finales de este siglo, pero el nivel del mar seguirá subiendo durante mucho más tiempo, incluso aunque la temperatura se estabilice. Eso será así porque los enormes bloques de hielo se derriten muy lentamente. En algunas partes de la Antártida la profundidad de estos alcanza los 4 kilómetros. Se cree que para derretir todo el hielo antártico bastaría con quemar todas nuestras reservas de combustibles fósiles, aunque tendrían que pasar mil años para que toda esa agua llegara a los océanos. Eso haría que el nivel del mar ascendiera 58 metros, dejando muy poco espacio habitable para las diferentes formas de vida terrestres.



Frecuencia de desastres naturales de 1980 a 2016. Desastres naturales como inundaciones, tormentas e incendios han triplicado su frecuencia desde 1980. Los datos se basan en las pérdidas de los seguros. Las catástrofes que afectan a los seres humanos también tendrán efectos profundos en los insectos. Fuente de los datos: *Economist*.

De una u otra forma, parece ser que las inundaciones serán cada vez más frecuentes, ya sea por el aumento de las lluvias torrenciales que desbordarán arroyos y ríos, o cuando en las zonas costeras el nivel del mar ascienda y aumenten las marejadas ciclónicas.

Mientras que unas zonas correrán el riesgo de quedar bajo el agua, otras se verán amenazadas por los incendios. En 2019,

California y diversos países mediterráneos, como España, sufrieron una cantidad sin precedentes de incendios forestales. Si se agostan por culpa de la sequía o del drenaje artificial, los suelos de turba también pueden incendiarse. Por ejemplo, entre 1997 y 1998 la escasa precipitación debida a El Niño propició una gran cantidad de incendios en las pluviselvas de Borneo y Sumatra que se propagaron a los suelos de turba. Ardieron durante meses, destruyeron 6 millones de hectáreas de pluviselva y liberaron unas dos gigatoneladas de dióxido de carbono.[2]En 2002, 2013, 2014 y 2015 se produjeron en el Sudeste Asiático más incendios de turba. En Brasil, la mayor parte de los incendios más recientes han sido provocados, animados por el presidente populista Bolsonaro, deseoso de dedicar más tierras del Amazonas a la agricultura y la minería. Por supuesto, estos incendios emiten gases de efecto invernadero, ya que convierten el carbono almacenado en la madera, las hojas, el suelo y los animales en dióxido de carbono y nubes de humo contaminante (una fuente principal de contaminación por partículas que es extremadamente perjudicial para la salud humana). En todo el mundo, la pérdida de los bosques tropicales está liberando unas 4,8 gigatoneladas de dióxido de carbono por año, lo que equivale al 8 % del total de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Puede que no nos sorprenda oír que se producen incendios en esas zonas cálidas y áridas, pero en 2019 se quemaron vastas extensiones de Siberia, Groenlandia y Suecia. Ese calor secó e incendió los lechos de turba que luego ardieron durante el verano y cuya extinción fue muy dificultosa. Una de las consecuencias de los incendios que se producen en regiones polares es que el hollín se posa en la nieve, oscureciéndola y aumentando la absorción de calor, lo que a su vez hace que se derrita más rápidamente.

Algunos lugares sufren incendios e inundaciones, aunque no al mismo tiempo. Por ejemplo, las lluvias torrenciales que en 2018 cayeron sobre laderas que previamente perdieron su vegetación por culpa de los incendios forestales provocaron devastadores deslizamientos de tierra en California, matando a veintitrés personas mientras miles de toneladas de lodo y rocas se deslizaron

por las empinadas laderas.

Está claro que el cambio climático nos ocasionará muchos problemas, pero ¿qué ocurrirá con los insectos y el resto de las criaturas? Hasta hace poco, no existían pruebas directas de los efectos del cambio climático sobre las poblaciones de insectos. El área geográfica que ocupan muchas especies se está reduciendo como respuesta al clima. Por ejemplo, los abejorros de Europa y Norteamérica han empezado a desaparecer de los bordes meridionales de sus áreas originales y se están trasladando a zonas más elevadas en regiones montañosas. También hay pruebas que indican que el momento en que aparecen algunos insectos herbívoros y polinizadores durante la primavera ya no coincide con el florecimiento de sus plantas hospedadoras: por ejemplo, algunas plantas de las montañas de Colorado están floreciendo antes de que los abejorros que se alimentan de ellas hayan salido de su hibernación. Antes no era así. Es posible que, si los cambios se producen lentamente, las abejas o las flores se puedan adaptar. Hasta ahora, los cambios que han experimentado han sido bastante sutiles, pero se espera que el ritmo de estos aumente con la aceleración del cambio climático durante el siglo XXI.

Mientras que en los trópicos es donde existe una mayor diversidad de grupos de insectos, los abejorros suelen encontrarse en climas relativamente fríos. Son grandes y peludos, fruto de una adaptación para mantener el calor. Parece probable que el cambio climático les siente muy mal. Si nos basamos en el clima de los hábitats en los que viven actualmente las especies silvestres, podemos utilizar las predicciones para elaborar un mapa con sus posibles distribuciones futuras. Básicamente, los modelos informáticos pueden calcular el rango de climas en los que vive una especie en particular, teniendo en cuenta los patrones de temperaturas, precipitaciones, etc., para luego determinar en qué lugar del mundo es más probable que exista ese clima en el futuro. Como es de esperar, las distribuciones de la mayoría de las especies se alejarán del ecuador. Se han realizado este tipo de cálculos para todas las especies europeas de abejorros (y para muchas otras criaturas) y, como se esperaba, hay ganadores y perdedores. Por

ejemplo, *Bombus mesomelas*, un hermoso abejorro con un tórax gris ceniza y una parte inferior dorada, suele vivir en las floridas praderas montañosas del sur de Europa. Teóricamente, podría trasladarse al Reino Unido en el futuro. Por otro lado, en 2080 desaparecerán de las tierras bajas de Gran Bretaña y de una gran parte de Europa especies tan familiares como *Bombus pascuorum*, *Bombus pratorum*, *Bombus lapidarius* y *Bombus hortorum*, aunque podrían tener una oportunidad en Escandinavia y Escocia. *Bombus hypnorum*, que llegó a Gran Bretaña en 2001 desde la Europa continental, volverá a desaparecer a finales de este siglo.

¿Qué ocurrirá con otros grupos de insectos, como las mariposas, que necesitan temperaturas más elevadas? Es de esperar que el calentamiento sea una bendición para todas ellas, al menos en países templados como el Reino Unido, donde muchas especies ya están cerca del límite septentrional de su área de distribución. Martin Warren y sus colaboradores de la organización benéfica Butterfly Conservation analizaron los cambios sufridos por las poblaciones de cuarenta y seis especies de mariposas que se desplazaron al borde septentrional de su área de distribución en el Reino Unido. Esas son las especies a las que creemos que beneficiaría el calentamiento. Entre los años 1970 y 2000, tres cuartas partes de estas especies sufrieron un declive importante. El patrón es muy diferente dependiendo de si se trata de una especialista sedentaria que apenas se aleja de su hábitat original (veintiocho especies exigentes con requisitos muy específicos y poca movilidad) o si es una especie generalista, caracterizada por una mayor movilidad (dieciocho especies). El 89 % de las poblaciones de especialistas sufrieron una notable reducción, mientras que únicamente el 50 % de las generalistas siguieron ese mismo destino. Solo unas pocas mejoraron. Esto nos da una pista de por qué el calentamiento climático no ha beneficiado hasta ahora ni siquiera a las mariposas amantes del calor. Si el calentamiento las impulsa a ello, las generalistas se pueden desplazar con más facilidad y tendrán más probabilidades de encontrar algún lugar en el que puedan sobrevivir. En cambio, las especialistas suelen alejarse menos de su hábitat original, e incluso

si consiguen realizar el viaje, morirán de todos modos si no encuentran el hábitat adecuado a sus exigencias.

Llegados a este punto, merece la pena retroceder brevemente para reflexionar sobre este asunto. El clima siempre ha cambiado y las especies se han ido desplazando como respuesta a ello. Todos los seres vivos, desde los abejorros y las mariposas a los robles y los renos, se han desplazado, con mayor o menor facilidad, cuando las edades de hielo empezaban o acababan. Un roble puede soltar una bellota unos pocos metros al norte o tener suerte y que un arrendajo la coja y la aleje unos cientos de metros del árbol original. Si en las siguientes generaciones ocurre lo mismo, en diez mil años el límite del bosque podría crecer hasta 100 kilómetros en dirección al polo. Para los abejorros y las mariposas debería ser mucho más fácil, ya que poseen alas. El problema es que el cambio climático se acelera, y en el mundo actual los hábitats naturales ya están degradados y son discontinuos. Por esta razón, la mayoría de las mariposas y los abejorros no se están desplazando hacia el norte. Aunque están desapareciendo de los bordes meridionales de sus áreas de distribución de Europa y Norteamérica, no se está produciendo el esperado avance hacia el borde septentrional. Además, las especies con una menor capacidad de dispersión, como los robles, los caracoles o las cochinillas de la humedad, necesitan que su hábitat sea más o menos continuo para poderse dirigir, lentamente, hacia el norte o el sur. Eso hubiera sido perfectamente factible en el mundo anterior a la aparición de los humanos. En la actualidad, una gran parte de la tierra se dedica a la agricultura intensiva y la mayoría de la que queda está ocupada por carreteras, campos de golf, urbanizaciones y fábricas. Cualquier especie silvestre que quiera desplazarse lo tiene muy muy difícil. Hay menos lugares en los que pueda caer una bellota y crecer hasta convertirse en un árbol que produzca sus propias bellotas. Incluso criaturas voladoras como los abejorros, que pueden sobrevolar rápidamente una autopista o un campo de cultivo si así lo desean, necesitan encontrar un lugar adecuado en el que vivir. La realidad actual es que muchas criaturas están sobreviviendo en poblaciones muy pequeñas en hábitats reducidos y más o menos aislados como

las reservas naturales. Las probabilidades de que se desplacen con éxito hacia el norte para adelantarse al cambio climático son escasas, sobre todo porque dependen de que las comunidades de flores de las que se alimentan se trasladen con ellos. Por ejemplo, según los modelos climáticos, hace poco que algunas zonas extensas y aisladas de Gran Bretaña han pasado a ser idóneas para la mariposa niña hocecillas, una pequeña y hermosa criatura, con unas preciosas manchas de color crema, naranja y negro en la parte inferior de sus alas, pero no muy experta a la hora de volar. Sin embargo, esta mariposa no se ha dirigido hacia el norte, sino que permanece en unas pocas zonas aisladas de brezales, su hábitat favorito, en el sur de Inglaterra. El clima del norte les es más apropiado, pero no hay muchas zonas con brezales entre medias que conecten ambas zonas, por lo que tienen pocas posibilidades de llegar hasta allí por sus propios medios. De forma parecida, el abejorro del que hemos hablado antes, *Bombus mesomelas*, vive actualmente en las praderas montañosas de Italia y de los países vecinos. En teoría, a finales de este siglo, el clima del sur del Reino Unido le sería más propicio, pero ¿cómo puede llegar hasta allí? Y si lo consigue, ¿se habrá trasladado previamente un conjunto de plantas de las praderas italianas para darle la bienvenida (poco probable) o se adaptará a las plantas que encuentre en su destino (posible)? Creo que lo más probable es que tanto la mariposa niña hocecillas como *Bombus mesomelas* se desvanezcan *in situ* cuando su hábitat se haya calentado demasiado para ellos.

Los modelos climáticos que predicen las distribuciones futuras de las especies suelen basarse en promedios (medias de temperatura o precipitación mensual, etc.). Lo que no pueden tener en cuenta son los fenómenos extremos, como sequías, olas de calor, incendios forestales, tormentas e inundaciones, todos los cuales serán más frecuentes y extremos en el futuro. Poco sabemos del impacto que tendrán esos fenómenos en los insectos, pero solo unos pocos serán positivos. Está claro que el fuego los mata, pero la floración posterior que se produce en algunos ecosistemas beneficiaría a algunas especies. Las tormentas estivales golpean a insectos delicados como las mariposas y las inundaciones

repentinas destruyen los nidos subterráneos de criaturas como los abejorros. La sequía provocará que las plantas con estrés hídrico dejen de producir néctar en sus flores, lo que perjudicará a los polinizadores, mientras que los insectos, como los abejorros, a los que les gusta el frío padecerán los efectos de las olas de calor y no podrán encontrar alimento. Si las sequías se prolongan en el tiempo, las plantas se marchitan y dejan de ser apetecibles para las orugas. Por ejemplo, en el ardiente verano británico de 1976, muchas orugas de la mariposa niña celeste murieron porque la fabácea de la que se alimentan (*Hippocrepis comosa*) se marchitó por culpa del calor. Al año siguiente, muchos adultos eran más pequeños y algunas poblaciones desaparecieron. Los insectos han tenido que lidiar con esta clase de fenómenos en el pasado, pero la frecuencia y la fuerza de los episodios extremos han aumentado en una época en la que las poblaciones de muchos de ellos ya han sufrido un declive por culpa de otros factores. Para muchos de ellos esta puede ser la gota que colme el vaso.

Aunque el cambio climático puede ser catastrófico para la mayoría de las criaturas, también beneficiará a un pequeño número de insectos. Criaturas resistentes, móviles y adaptables como las moscas domésticas, que se alimentan de los excrementos de los humanos, de nuestro ganado y de los pañales usados que se tiran a los vertederos, podrán reproducirse a mayor velocidad en un futuro más cálido. El hecho de que el número de humanos y de animales de granja no deje de crecer implica que las moscas tendrán cada vez más alimento a su disposición. El calentamiento permitirá a los insectos responsables de plagas tener más generaciones por año, por lo que podrán desarrollar resistencia a los pesticidas con mucha más velocidad que antes. Sus poblaciones serán mucho más numerosas antes de que el invierno las reduzca y, cuando los inviernos sean más suaves, algunas plagas podrán prosperar durante todo el año. El conocido como «gran cinturón de trigo» de Norteamérica se halla actualmente en un clima más o menos óptimo para ese cultivo (no es coincidencia). Sin tener en cuenta las posibles plagas, se prevé que el rendimiento de estos cultivos se reducirá un 10 % por cada grado que suba la

temperatura, pero esa cifra puede llegar al 25 % si añadimos la esperada aceleración de plagas como pulgones u orugas. Esta estimación también es válida para otros alimentos básicos como el arroz y el maíz.

Además de las plagas, cualquier organismo que pueda vivir en áreas urbanas tendrá más probabilidades de prosperar en los años venideros, ya que la superficie de las ciudades no dejará de crecer para dar cobijo a una población humana que llegará a, o superará, los diez mil millones de personas. Parece ser que el mosquito de la fiebre amarilla (*Aedes aegypti*) se ha adaptado muy bien a los hábitats urbanos. Prospera en las ciudades, alimentándose en alcantarillas obstruidas, neumáticos desechados, barriles, cubos y cualquier otro desecho de los humanos en el que se pueda acumular agua. Es uno de los principales vectores de varias enfermedades terribles, incluidas la fiebre del dengue, el chikunguña, el zika y, por supuesto, la fiebre amarilla, como sugiere su nombre. El mosquito *Anopheles*, principal transmisor de la malaria, también se beneficia de la expansión de las actividades humanas. Los casos de malaria suelen ser más frecuentes en zonas en las que los bosques han sido talados para dedicar el terreno a la agricultura. Al mosquito le gusta alimentarse en charcos y zanjas iluminados por el sol, algo difícil de encontrar en un bosque denso. Las predicciones climáticas indican que es muy probable que la malaria se propague a las regiones de mayor altitud de los trópicos, por ejemplo, Colombia, Kenia y Etiopía. En estas regiones viven muchos humanos, debido, en parte, a que hasta hace poco eran zonas libres de malaria. Para 2050, los estados meridionales de Estados Unidos, el sudeste de Europa, partes de China y las áreas densamente pobladas de los alrededores de São Paulo y Río de Janeiro, en Brasil, tendrán las condiciones ideales para la propagación de la malaria. Las predicciones también indican que la fiebre del dengue será mucho más común en toda Norteamérica, llegando incluso al sur de Canadá. Según una de esas estimaciones, el número de personas en riesgo de contraer enfermedades víricas transmitidas por el mosquito de la fiebre amarilla y su pariente, el mosquito tigre (*Aedes albopictus*) aumentará en mil millones a

finales de este siglo (sin tener en cuenta el aumento de la población humana). La única buena noticia es que en algunas tierras bajas de las regiones ecuatoriales hará tanto calor que la malaria no se podrá transmitir (aunque es muy posible que los humanos no puedan sobrevivir con esas temperaturas tan elevadas).

Parece claro que, en el futuro, el cambio climático tendrá un impacto profundo en los insectos, pero ¿puede explicar el declive actual? Los autores del estudio Krefeld investigaron si el cambio climático podía ser la causa de la dramática reducción del 76 % de la biomasa de insectos en las reservas naturales alemanas. Aunque el clima influye claramente en el número de insectos atrapados (en un día soleado se capturan más), en líneas generales, el clima de Alemania no cambió mucho en los veintisiete años que duró el estudio. Por lo tanto, la conclusión fue que el cambio climático no podía ser la causa de ese declive. La inmensa mayoría de la comunidad científica estuvo de acuerdo. Existen muchos culpables potenciales.

En 2017, el año en que se publicó el estudio alemán, Sarah Loboda, de la Universidad McGill, en Canadá, publicó datos sobre las poblaciones cambiantes de las especies de moscas que se pueden encontrar en Groenlandia. Se trata de especies resistentes adaptadas al frío, al viento y a los veranos cortos. El artículo recibió muy poca atención, tal vez porque a nadie le importan demasiado las moscas. Loboda descubrió que en los diecinueve años previos a 2014, habían desaparecido el 80 %, una pérdida ligeramente más rápida que la presentada por el artículo alemán. Para ella, la causa era el cambio climático, cuyos efectos se notan mucho más en los polos que en el resto del mundo. Además, en Groenlandia los impactos antropogénicos son insignificantes; y entonces, en 2018, se publicó el estudio que Brad Lister realizó en Puerto Rico y de nuevo el cambio climático apareció como principal culpable de la desaparición de los insectos; ya mencioné a Lister en páginas anteriores cuando hablé de sus muestreos de insectos en una pluviselva entre 1976 y 1977. Regresó a los mismos lugares treinta y cuatro años después para repetirlos entre

2011 y 2013. Descubrió que la biomasa de insectos que recogió con redes de barrido era un 80 % menor. La biomasa que atrapó con trampas pegajosas se redujo en un impactante 98 %. Esos bosques no se habían talado ni alterado de ninguna forma. Tampoco se habían utilizado pesticidas en los campos cercanos, al menos que supiera el autor del estudio (lo mismo se puede decir de los lugares de muestreo del estudio de Groenlandia). El bosque permaneció sin sufrir grandes cambios todo ese tiempo. Bueno, algo cambió. Los insectos habían desaparecido. Sin embargo, a diferencia del estudio alemán, según una estación meteorológica situada en el propio bosque, desde finales de la década de 1970, el clima había cambiado. La temperatura máxima media diaria aumentó 2 ˚C. Lister tuvo la tentación de achacar la pérdida de insectos de Puerto Rico al cambio climático, pero me pidió que evaluase la calidad del artículo como parte del proceso de «revisión por pares». No se me ocurrió una explicación mejor, aunque no me convenció del todo. El hecho de que lo único que cambió durante ese período de tiempo fuera la temperatura no implicaba que fuera la causa de la desaparición de los insectos. Por ejemplo, se podría haber producido una pandemia devastadora, o los bosques se contaminaron con un producto sin identificar, o llegó un ejército de alienígenas devoradores de insectos (lo sé, admito que esta es poco probable). Lo que quiero decir es que hay muchas otras posibles explicaciones.

El artículo de Lister fue objeto de un profundo escrutinio, y resultó que había un fallo en el dato que reflejaba el cambio de temperatura. El dispositivo con el que se registraban los datos climáticos fue reemplazado en algún momento entre las dos visitas de Lister a Puerto Rico. El aumento de temperatura, en lugar de ser fruto de un proceso gradual, parecía coincidir con el cambio de dispositivo. En otras palabras, lo más seguro es que el clima no cambiara tanto como mostraba el registro y que el aparente aumento de temperatura se debiera, en parte, a un cambio de los métodos utilizados para medirla. Se publicaron revisiones bastante críticas, algunas sugerían incluso que el artículo era defectuoso, pero, si dejamos de lado la cuestión del clima, el principal hallazgo

(la pérdida masiva de insectos) sigue siendo incuestionable. En cambio, no existe unanimidad con respecto a la explicación más plausible.

De momento, el clima futuro de nuestro planeta sigue dependiendo de nosotros; ya lo hemos alterado profundamente, pero si actuáramos con decisión, podríamos impedir que empeore mucho más. Las funestas proyecciones de cómo podría ser el mundo a finales de siglo no tienen por qué hacerse realidad. En 2016, 196 gobiernos de todo el mundo firmaron el Acuerdo de París. Se comprometían a que el aumento de la temperatura global promedio no superase los 2 °C por encima de los niveles preindustriales y a intentar limitar el aumento a 1,5 °C. Desde entonces, ni una sola nación industrializada ha dado los pasos necesarios para cumplir con esos compromisos. Ninguna de las medidas puestas en marcha hasta ahora para hacer frente al cambio climático, tales como la proliferación de fuentes de energía verdes (eólica, solar, undimotriz, etc.), el cambio a coches de bajo consumo, un mejor aislamiento de los hogares, etc., ha tenido efecto sobre las emisiones de dióxido de carbono, las cuales siguen aumentando a un *ritmo creciente* año tras año.[3]Hemos estado utilizando más energía que nunca, tanta que los beneficios aportados por las nuevas tecnologías apenas han servido para algo. Se podría pensar que la creación de energías verdes reduciría nuestra necesidad de quemar combustibles fósiles, pero no ha sido así. En lugar de eso, nuestra economía, hambrienta de energía, engulle toda la que esté a su alcance y sigue pidiendo más.

Mientras tanto, Donald Trump sacó a Estados Unidos del Acuerdo de París (aunque, por suerte, Joe Biden lo deshizo nada más jurar el cargo). Usted mismo puede comprobar cuáles son los esfuerzos realizados por cada país para combatir el cambio climático en la web del Rastreador de Acción Climática (https://climateactiontracker.org). Solo Marruecos y Gambia están en vías de cumplir los objetivos del Acuerdo de París. Dos países pequeños que, de inicio, apenas tienen emisiones que reducir. Algunos de los países cuyos esfuerzos son insuficientes y que probablemente nos encaminen hacia un calentamiento global de 4 °C o incluso más

(catastrófico para toda forma de vida) son Estados Unidos, Arabia Saudí y Rusia. Puede que no sea una coincidencia que estos tres países sean los tres principales productores de petróleo del mundo. Creo que es lógico pensar que la lucha contra el cambio climático no es la mayor de sus preocupaciones. En el caso de Estados Unidos, quedó bastante claro con la administración Trump. Curiosamente, Rusia tiene otras razones para ignorar los peligros del cambio climático, ya que muchos puertos rusos no se pueden utilizar durante los meses invernales debido al hielo. Dentro de poco, cuando el hielo se derrita, podrán utilizarlos todo el año. Además, en amplias zonas del norte hace tanto frío que no se pueden cultivar. Eso también cambiará con el calentamiento, gracias al cual podrán cosechar cereales en esas mismas zonas. Rusia cubrirá el déficit que se creará cuando las cosechas de trigo de Estados Unidos empiecen a fracasar. Por lo tanto, dudo mucho que Vladimir Putin colabore en la lucha contra el cambio climático, al menos a corto plazo.

El problema fundamental del Acuerdo de París es que no es de obligado cumplimiento. Depende por completo de que los países decidan reducir sus propias emisiones, pero no sufrirán penalizaciones si no lo hacen. Es muy fácil para un gobierno hacer promesas a largo plazo, sabiendo que otros políticos estarán al mando cuando se tenga que justificar el fracaso. Basta con fijarse en lo que ocurrió en 1992 con la Conferencia sobre Medio Ambiente y Desarrollo celebrada en Río de Janeiro. La declaración resultante la firmaron casi exactamente los mismos países (196) que firmaron el Acuerdo de París. En la Conferencia de Río, nuestros gobiernos prometieron detener la pérdida de biodiversidad mundial para 2020. La verdad es que entre 1992 y 2020 se ha producido la mayor pérdida de biodiversidad mundial, al menos, de los últimos 65 millones de años. Si queremos salvar el planeta, no podemos confiar en las promesas vacías de nuestros gobiernos.

Monarcas cortadoras de venas

La mariposa monarca de Norteamérica es famosa por su belleza y por su extraordinaria migración desde Canadá a México, donde hiberna, pero el comportamiento de sus orugas también es extraordinario. Se alimentan de hojas de asclepias, una planta cuyo nombre en inglés (*milkweed*) hace referencia a la savia blanca y pegajosa que fluye de las hojas dañadas, también conocida como látex.

Muchas plantas producen látex y algunas se cosechan para transformarlo en caucho. En la naturaleza, el látex sirve para dos cosas: seca y tapona las heridas, actuando como una costra, y se adhiere y envenena a cualquier herbívoro que intente mordisquear las hojas de la planta. Disuade con éxito a muchos insectos, pero unos pocos, entre ellos las orugas de la mariposa monarca, han descubierto cómo superar esta defensa. La oruga mastica la base de la hoja, cortando los vasos que contienen el látex y permitiendo que este se drene. De esa forma, podrá consumir tranquilamente la parte restante de la hoja, ahora indefensa.

12

Una bola de Navidad en medio del espacio

Todos hemos visto las espectaculares imágenes de nuestro planeta de noche a vista de satélite, con sus masas de tierra dibujadas por un resplandor naranja compuesto por miles de millones de luces eléctricas. Parece un adorno navideño colgado en el espacio. Norteamérica, Europa, la India, China y Japón en particular están encendidos como si en esos lugares se celebrase una fiesta cada noche. Se pueden ver todas las ciudades. Las grandes metrópolis son las que más brillan, y casi todas las líneas de costa relucen al estar urbanizadas. Hay muy pocos lugares oscuros, aparte de los páramos helados cerca de los polos, los grandes desiertos y algunas zonas del Amazonas y el Congo. Se calcula que la cantidad de luz que emitimos de noche aumenta cada año entre un 2 % y un 6 %. Cada día habitamos este planeta 225.000 humanos más, suficientes para crear una nueva ciudad cada noche, colocando así un nuevo punto de luz visible desde el espacio.

Casi todas las reservas naturales en las que se atraparon los insectos del estudio alemán están razonablemente cerca de áreas urbanas. Aunque las luces brillantes no siempre se pueden ver directamente desde las reservas, el *skyglow*, que es como llamamos a la contaminación lumínica dispersa visible en la atmósfera situada sobre las ciudades, puede verse a cientos de kilómetros de su origen. Algunos científicos creen que la contaminación lumínica puede haber contribuido al dramático declive de los insectos. ¿Es una explicación verosímil?

Pensemos en el daño que puede causar la contaminación

lumínica a los insectos. Más del 60 % de los invertebrados son nocturnos, y la mayoría utilizan la luz de las estrellas o la Luna para orientarse y desplazarse. Las luces artificiales atraen a insectos voladores como polillas y moscas. Desorientadas, se golpean contra la luz, quemándose o dañándose. Se agotan y se convierten en presas fáciles para sus depredadores. Recuerdo como si fuera ayer mi estancia en un campamento en el trópico australiano, hace muchos años. En él había luces de baja intensidad colocadas en postes para iluminar los caminos hasta el módulo de los baños. De noche, bajo cada una de las luces había al menos un rollizo sapo gigante postrado, aspirando el suministro casi interminable de insectos que se metían en las lámparas. En España me ocurrió algo parecido. En esta ocasión eran geckos hambrientos que se agolpaban alrededor de las luces para comerse a los insectos deslumbrados. Las arañas suelen tejer sus telas sobre y bajo las luces exteriores, gracias a lo cual se llenan de moscas y otros pequeños insectos. Los murciélagos aprovechan que alrededor de las luces se forman nubes de insectos confusos para abalanzarse sobre ellos. Si no hay sapos gigantes, arañas, murciélagos o geckos, al llegar la mañana, los insectos que han sobrevivido suelen quedarse parados, aturdidos, en una posición expuesta sobre un poste de luz o una pared cercana, donde serán presa fácil para las aves insectívoras. Cualquier entusiasta de los insectos que lea esto sabrá que tiene que vaciar sus trampas a primera hora de la mañana o los chochines, carboneros y herrerillos comunes aprenderán rápidamente a subir a la trampa y tomar un suntuoso desayuno, dejando tras de sí solo un montón de alas.

No tenemos una teoría plenamente satisfactoria que explique por qué los insectos se sienten atraídos por las luces nocturnas. Las polillas, después de todo, no intentan volar hasta la Luna. Existen diversas teorías, siendo la más popular y convincente aquella según la cual, en sus desplazamientos nocturnos, los insectos navegan utilizando la Luna como referente. Un insecto que pretende recorrer una larga distancia en línea recta deberá volar en un ángulo fijo respecto a la Luna y, gracias a una especie de reloj

interno, únicamente tendrá que ir ajustando el ángulo a medida que la noche avanza y nuestro satélite se desplaza a lo largo del cielo nocturno. Las abejas utilizan el sol de una forma parecida en sus viajes entre la colmena y las zonas en las que encuentran flores. Según esta teoría, los insectos nocturnos confunden cualquier luz brillante con la Luna, pero como está cerca de ellos y no a miles de kilómetros de distancia, su ángulo respecto a la luz cambia muy rápidamente si viajan en línea recta. Para compensarlo, se desplazan siguiendo una curva respecto a la luz, trazando una espiral descendente hasta que chocan con la lámpara.[1]Sea cual sea la explicación correcta, está claro que nuestras luces artificiales conducen a miles de millones de insectos a una muerte prematura cada año. Cada luz es un «sumidero» que succiona constantemente insectos del paisaje noche tras noche.

También es muy posible que nuestras luces causen problemas más graves. Algunos insectos no se sienten atraídos por ellas, pero aun así los desorientan. Sabemos, por ejemplo, que los escarabajos peloteros pueden detectar la línea nebulosa de la Vía Láctea en el cielo y que la utilizan para orientarse y mantener una trayectoria recta cuando hacen rodar sus bolas de estiércol. No sabemos cuánto se confundirían si una de sus rutas pasara cerca de una luz artificial. Otros problemas causados por la contaminación lumínica son todavía más graves. La luz activa los relojes biológicos de la mayoría de los insectos, incluso los de aquellos que están más activos de día. Por ejemplo, muchos organismos utilizan la duración del día para sincronizar su ciclo vital, para salir de la hibernación o para poner los huevos en una época del año adecuada. Algunos insectos programan su forrajeo para que este coincida (o no) con la época del mes en la que la Luna brilla más. Las efímeras hacen coincidir su paso a la forma adulta con la época del mes en que hay luna llena. La sincronización de estos ciclos es fundamental. Imagine qué sucedería si una efímera, que vive solo unas horas o días en el mejor de los casos, no surgiera cuando toca. No tendría con quién aparearse y moriría sola, sin haber podido cumplir con su función reproductiva. Se han realizado pocos estudios científicos sobre los efectos de la contaminación lumínica

sobre los ciclos de los insectos, pero es muy posible que aquellos que viven cerca de luces brillantes confundan una farola de la calle con la luna llena o con el sol naciente, desincronizando su ciclo vital.

Para unos pocos insectos extraordinarios, nuestras luces suponen un obstáculo a la hora de encontrar pareja. Las luciérnagas y otros insectos de la familia *Lampyridae* emiten luz para atraer a los miembros del sexo opuesto. En el caso de la luciérnaga común europea, es la hembra la que emite un encantador brillo verdoso desde su parte trasera que los machos encuentran irresistible. Durante millones de años, sus traseros luminosos han destacado en la oscuridad nocturna, pero ahora tienen que competir con luces mucho más brillantes. Para un macho, sentirse atraído por las luces de la ciudad sería un auténtico desastre.

El riesgo que supone la iluminación artificial también depende del tipo de luz utilizada. Los coleccionistas de polillas saben desde hace tiempo que las luces que emiten mucha radiación ultravioleta son las que más les atraen. Hasta hace poco, las farolas europeas consistían principalmente en lámparas de alta presión de vapor de sodio y vapor de mercurio, que emiten una gran cantidad de rayos ultravioleta. Para ahorrar energía, muchas han sido sustituidas por diodos emisores de luz (led), que suelen emitir un amplio espectro de luz blanca visible, y pocos ultravioletas. Parece que es un cambio positivo para los insectos, pero existe una gran variabilidad en las proporciones de las diferentes longitudes de onda que emiten los ledes, como los «blancos fríos», que producen una gran cantidad de luz azul de longitudes de onda cortas. Estos tipos de luz parece que atraen a los insectos tanto o más que las antiguas lámparas de sodio. Para complicar aún más las cosas, los diferentes grupos de insectos responden también de diferente forma. Los ledes suelen atraer más polillas y moscas, pero menos escarabajos, que las luces de sodio.

Está claro, pues, que nuestras luces confunden y matan a los insectos. Pero ¿tienen un efecto significativo a nivel poblacional? Como suele ser el caso, no conocemos la respuesta. Es difícil

diseñar experimentos en el mundo real a la escala que necesitaríamos para estudiar los efectos de la contaminación lumínica sobre los insectos voladores. Lo ideal sería contar con diversos hábitats de reducido tamaño. Unos estarían iluminados y otros no. Pero estos pedazos de tierra tendrían que estar muy alejados unos de otros para que la luz de aquellos que estén iluminados no llegue a los que no lo están. El *skyglow* sería un problema a no ser que el experimento se realizase en un lugar muy remoto, como la zona central del Congo. La subvención que necesitaríamos sería impresionante, pero dudo que alguien quisiera financiarlo.

Gusanos luminosos de las cuevas

En las cuevas de Nueva Zelanda vive una criatura extraordinaria conocida por los científicos como *Arachnocampa luminosa*. Se ha convertido en una atracción turística que recibe miles de visitas que hacen cola pacientemente para ver a estos diminutos animales que suelen colgar del techo de la cueva emitiendo un brillo suave de color verde azulado. En las cuevas en las que hay muchos ejemplares pueden crear la ilusión de que estamos bajo un cielo lleno de estrellas.

Aunque no es un gusano y no tiene nada que ver con las luciérnagas de Europa, Norteamérica o los trópicos (que son escarabajos), se les conoce como gusanos luminosos de Nueva Zelanda. En realidad, pertenecen a un grupo de dípteros que se alimentan de hongos. Pero, a diferencia de la mayoría de los miembros de esta superfamilia, *Arachnocampa luminosa* es depredador. Las larvas (la fase inmadura de los mosquitos) empiezan a brillar nada más salir de sus huevos. Crean un nido de seda en el techo de la cueva y luego lanzan docenas de hilos, también de seda, que cuelgan de él. Cada hilo está adornado con gotitas pegajosas que brillan como un collar de perlas gracias a la luz procedente de la larva. La luz atrae a insectos voladores pequeños, que se quedan pegados a las gotitas. La larva tira del hilo, comiéndoselo a medida que lo recoge hasta que al final devora al insecto atrapado que, todavía vivo, lucha para escapar.

13

Invasiones

El mundo moderno ha sido testigo de cómo los humanos, en algunas ocasiones de forma deliberada y en otras por accidente, han desplazado a muchos organismos lejos de sus hogares naturales. Por ejemplo, las ratas pardas y las ratas negras se han propagado por todo el mundo, colándose como polizonas en los barcos que se dirigían a las islas oceánicas más remotas. Durante toda la historia se han trasladado deliberadamente distintos tipos de seres vivos, a veces sin ninguna buena razón que lo justifique. En 1890, el inglés Eugene Schieffelin introdujo estorninos en Norteamérica y ahora son considerados una plaga (mientras que, lamentablemente, en el Reino Unido cada vez hay menos). También intentó (sin éxito) introducir camachuelos comunes, alondras, pinzones vulgares y ruiseñores comunes. Al parecer, lo hacía porque le gustaba mucho Shakespeare y todas estas aves son mencionadas en alguna de sus obras. Puede que parezca una locura, pero introducir especies alóctonas por pura diversión era algo que estaba muy de moda en el siglo XIX, pues las «sociedades de aclimatación» de América, Australia y Nueva Zelanda fomentaban activamente esa práctica.

Aunque algunas especies se introdujeron por capricho, en otras lo que se pretendía era que sirvieran como alimento, como presas de caza o como entretenimiento. En Australia se liberaron conejos que se multiplicaron como, ejem, conejos, con consecuencias ecológicas y económicas desastrosas. También se introdujeron zorros para que así los expatriados británicos tuvieran

una excusa para ponerse una chaqueta roja y cabalgar por el paisaje australiano junto a una jauría de perros de caza. A pesar de eso, los zorros prosperaron, ayudados por la repentina disponibilidad de conejos. Si se hubieran limitado a comer conejos no habrían causado ningún problema, pero, como era de esperar, les empezó a gustar el sabor de las especies silvestres autóctonas, especialmente los marsupiales que viven únicamente en el suelo, como el bilbi mayor o bandicut conejo (actualmente al borde de la extinción) y el bilbi menor (extinto desde la década de 1950).

En Nueva Zelanda, los colonos europeos no tenían nada que cazar, ya que no había mamíferos terrestres y, cuando llegaron, los maoríes ya habían acabado con todos los moas gigantes. Para solucionarlo, introdujeron hasta siete especies diferentes de venados: el ciervo común, el ciervo sica, el gamo, el ciervo de cola blanca, el sambar, el ciervo de Timor y el uapití, además del rebeco de los Alpes y el tar del Himalaya (cabras de montaña de gran tamaño). Uno de ellos, el ciervo común, llegó a formar extensas manadas que causaron un daño ambiental considerable debido al sobrepastoreo.

En el siglo XX, se introdujeron muchas especies depredadoras con el objetivo de controlar las plagas, aunque el resultado no siempre fue el esperado. Puede que el ejemplo más famoso sea el del sapo gigante, introducido en Australia desde Sudamérica con la esperanza de que acabara con las plagas de insectos que diezmaban las cosechas de caña de azúcar. Por desgracia, nadie se lo explicó a los sapos, que decidieron comerse todos los insectos nativos que se cruzaban en su camino, multiplicándose prodigiosamente y cubriendo todo el este de Australia con una alfombra de pieles verrugosas de color marrón. Se calcula que, en la actualidad, en todo el país hay más de 200 millones.

Otro ejemplo menos familiar es el del caracol lobo. A pesar de ser un caracol, esta criatura autóctona del sur de Estados Unidos se mueve muy rápido, gracias a lo cual puede cazar a otras especies de babosas y caracoles. Fue introducida en Hawái en la década de 1950 para controlar las poblaciones de caracoles gigantes africanos. Esta especie africana fue introducida anteriormente

como alimento para los humanos (¡qué red tan enmarañada tejemos!), pero se multiplicaron de manera descontrolada y empezaron a comerse los cultivos. Los caracoles lobo apenas les causaron daño alguno, ya que prefirieron trepar a los árboles en busca de caracoles indígenas mucho más sabrosos. En unos pocos años, se extinguieron ocho especies de caracoles arbóreos nativos.

Aunque, en la actualidad, esas introducciones deliberadas de animales son ilegales en muchos países, continuamos trasladando abejas por todo el mundo, tal como expliqué en el capítulo 10. Parece que también hacemos la vista gorda respecto al comercio de plantas exóticas para jardines, gracias al cual se trasladan un buen número de ellas de un país o un continente a otro. Las plantas de jardín se pueden convertir en malas hierbas invasoras. En el Reino Unido, el rododendro, la hierba nudosa japonesa, el perejil gigante y el bálsamo del Himalaya son ejemplos muy conocidos. Cuando se trasladan plantas, también se pueden trasladar accidentalmente enfermedades vegetales o plagas de insectos, como ocurrió con la roya del mirto en Australia. Esta enfermedad fúngica típica de Sudamérica ataca y puede llegar a matar a los árboles del caucho, a los calistemos, a los árboles del té y a muchos otros matorrales nativos de Australia y desde su introducción, en 2010, ha estado arrasando con los ecosistemas naturales. De forma parecida, la polilla del boj, un insecto poco visible y normalmente inofensivo de Asia, fue introducida de forma accidental en Europa en 2007 y ahora está acabando tanto con los bojes ornamentales como con nuestros escasos especímenes silvestres. Una vez que las plagas o las enfermedades escapan de sus tierras nativas, suelen resultar mucho más devastadoras en el nuevo ecosistema que en aquel del que proceden, ya que, allí, sus hospedadores tuvieron milenios para adaptarse a ellas. Por lo general, una vez iniciada la invasión resulta muy difícil deshacerse de ellos.

Aunque impidamos el transporte deliberado de animales y plantas, una de las consecuencias de la inmensa escala del comercio global de toda clase de bienes es que resulta inevitable que de vez en cuando se introduzca una especie alóctona. Por ejemplo, algunas especies invasoras han viajado como polizones en

los contenedores de transporte. Se cree que la chinche parda marmorada[1] llegó a las Américas a bordo de un cargamento de maquinaria desde Asia en 1998 y en tan solo quince años se propagó por todo Estados Unidos. Este insecto de gran tamaño, con forma de escudo y con un moteado de color marrón, chupa la savia de muchos cultivos diferentes, especialmente, manzanas, albaricoques y cerezas, dejando cicatrices y hoyuelos que imposibilitan su venta. Esta plaga que ataca a los árboles frutales y a algunos cultivos de verduras causa actualmente unos daños valorados en 37 millones de dólares al año. Se cree que las avispas asiáticas de las que hablé en páginas anteriores llegaron a Francia en un envío de cerámica de China. Desde entonces se han propagado por gran parte de Europa occidental. Algunos titulares sensacionalistas escabrosos y tremendamente inexactos advertían de que esta especie suponía una amenaza para los humanos, lo cual carece de sentido, pero sí que es un depredador de insectos grandes. Por desgracia para los apicultores, una de las presas favoritas de las avispas asiáticas son las abejas melíferas: si localizan una colmena, las avispas obreras la visitan una y otra vez, cogiendo una abeja en cada viaje y llevándosela a su nido. De esa forma, la colonia de abejas melíferas va perdiendo efectivos lentamente.

Otras plagas se han escondido en partidas de alimentos, con la ayuda del comercio mundial de productos frescos. Por ejemplo, la mosca *Drosophila suzukii*, de Japón, fue descubierta en California en 2008. Estas diminutas moscas, de tan solo 3 milímetros de longitud, depositan sus huevos en la fruta poco madura, de modo que, cuando ya se puede recolectar, está llena de gusanos. Esta especie puede producir hasta treinta generaciones en un año, por lo que su potencial para multiplicarse es prodigioso. Prefiere las cerezas, las bayas, los melocotones, las uvas y otras frutas de piel fina. Se calcula que, durante su primer año en Estados Unidos, la industria frutícola tuvo, por su culpa, unas pérdidas de 500 millones de dólares aproximadamente. Tengo un amigo que vive en Davis, California, que todos los años llenaba cestas de cerezas que recogía del árbol que tiene en su jardín. Sin embargo, desde

que llegaron las moscas *Drosophila suzukii*, no ha podido coger ni una sola cereza comestible. Todas contienen una masa de gusanos que se retuercen.

Puede que usted se pregunte qué tiene que ver todo esto con el declive de los insectos, ya que a muchas de las especies que he mencionado les va bastante bien. Pero, por supuesto, los cambios provocados por los invasores pueden tener consecuencias negativas para la fauna autóctona, incluidos los insectos. Algunas de las especies introducidas, como las avispas asiáticas o los sapos gigantes, son depredadores de insectos. Fijémonos, por ejemplo, en el pez mosquito de las Américas, que fue introducido en todo el mundo con el objetivo de controlar las plagas de mosquitos. Este pez no solo come larvas de mosquito, sino cualquier insecto acuático que encuentre. En Nueva Zelanda se introdujeron ratas y otros roedores que acabaron convirtiéndose en una serie amenaza para el weta gigante indígena (un grillo grande, lento e incapaz de volar, que está a punto de extinguirse). La mariquita asiática multicolor ha provocado el declive de las mariquitas autóctonas del Reino Unido. Las especies de hormigas introducidas de forma accidental, como las hormigas de fuego y la hormiga argentina, pueden tener un profundo impacto sobre los insectos nativos, especialmente sobre las especies locales de hormigas. Por ejemplo, la hormiga argentina,[2]que, como su nombre indica, procede de Sudamérica, ha invadido el sur de Europa, Estados Unidos, Japón, Sudáfrica y Australia, además de muchas islas oceánicas, incluidos algunos lugares tan remotos como la Isla de Pascua. Cuando invade una zona, extermina a la especie de hormiga local, lo que a su vez tiene graves consecuencias para el ecosistema como, por ejemplo, la reducción de la dispersión de semillas (algunas hormigas autóctonas portan semillas, varias de las cuales se quedan por el camino). En el sur de California, la reducción drástica del número de hormigas autóctonas está acelerando el declive del lagarto cornudo, un depredador de hormigas al que, por desgracia, parece que no le gusta comerse las de la especie argentina.[3]

La propagación de competidores o depredadores alóctonos como las avispas asiáticas tiene un impacto directo sobre otras

especies de insectos. En cambio, la propagación de plagas de plantas puede tener un impacto indirecto sobre las especies que se alimentan de las plantas autóctonas, que se verán desplazadas por las recién llegadas. Un ejemplo muy conocido es la grafiosis del olmo. Hace un tiempo, los olmos eran los árboles más comunes e impresionantes del Reino Unido, el noroeste de Europa y amplias zonas de Norteamérica. El olmo inglés alcanzaba unos 45 metros de alto y aparece en cuadros icónicos del paisaje local como *La catedral de Salisbury vista desde el sudoeste*, de John Constable. En 1910, los olmos de la Europa continental empezaron a enfermar. En las copas de los árboles aparecían ramas muertas. En 1921, un equipo de científicos holandeses identificó la enfermedad que los atacaba. Se trataba de un hongo originario de Asia. Se cree que pudo llegar a Europa en cargamentos de madera y diversos tipos de escarabajos barrenadores de la madera nativos la propagaron de árbol a árbol. En 1928 saltó de Europa a Norteamérica, de nuevo a bordo de un cargamento de troncos. En Europa, los primeros brotes fueron leves y rara vez causaban la muerte del árbol, pero en 1967 llegó una cepa mucho más virulenta desde Japón, en troncos canadienses enviados al Reino Unido para la construcción de barcos. En tan solo una década, solo en este país murieron 25 millones de olmos; yo nací en 1965 y recuerdo vívidamente el paisaje de mi infancia, lleno de árboles esqueléticos moribundos o muertos. La mayoría de los olmos ingleses que sobreviven lo hacen como retoños, pues esta enfermedad no ataca a las plantas pequeñas. En el Reino Unido ya quedan muy pocos olmos adultos.

La pérdida masiva de especies vegetales tan importantes como los olmos ha tenido un impacto en la vida de sus insectos asociados, ya que, solo en el Reino Unido, hay más de cien especies relacionadas con estos árboles. Las dos más conocidas son la mariposa rabicorta w-blanca y la olmera. De la primera quedan pocos ejemplares y la segunda ya no cría en el país desde la década de 1960. Es probable que la situación de los insectos asociados a los olmos se haya agravado por los intentos (bienintencionados) de controlar la propagación de la enfermedad con insecticidas dirigidos a los escarabajos barrenadores de la madera que

propagan los hongos. En Estados Unidos, durante las décadas de 1950 y 1960, se roció DDT y su pariente cercano, la dieldrina, sobre los olmos tres veces cada año. El resultado fue la muerte de gran cantidad de aves que vivían en los bosques y, aunque no se documentó, también desaparecieron muchos insectos.

Parece ser que la historia del olmo se está repitiendo con el fresno. La muerte regresiva del fresno también es una enfermedad fúngica procedente de Asia, donde infecta a las especies autóctonas de fresno sin causarles grandes daños. El hongo no fue descrito hasta 2006, pero creemos que llegó a Europa alrededor de 1992, cuando en Polonia se detectaron los primeros casos de muerte regresiva en fresnos. A pesar de que ya se sabía que la enfermedad había llegado a la Europa continental y que suponía un gran riesgo para estos árboles, el Reino Unido siguió importando plantones de fresno procedentes de Europa hasta 2012. Ese mismo año ya se detectaron árboles infectados, cerca de los lugares que recibieron los plantones importados. El gobierno prohibió las importaciones y ordenó que se destruyeran más de cien mil árboles de vivero, pero el hongo ya había llegado.

Por suerte, parece ser que una pequeña proporción de fresnos, puede que el 5 %, son inmunes a la enfermedad, por lo que, aunque perdamos la mayoría de los ejemplares, podremos sustituirlos con los descendientes de los inmunes. Por desgracia, es posible que sucumban a otra plaga asiática que parece dirigirse hacia las islas, cortesía de un hermoso escarabajo diminuto de color verde metálico conocido como barrenador esmeralda del fresno. Desde 2002, esta criatura ha diezmado la población de fresnos de Norteamérica, matando a decenas de millones de árboles. En 2013 se registró su presencia a unos 250 kilómetros al oeste de Moscú. Dado que se está propagando a un ritmo de 40 kilómetros por año, es fácil que llegue a todos los rincones de Europa. Tengo dos hermosos fresnos maduros en mi jardín de Sussex. Ambos están enfermos de muerte regresiva y durante los próximos años tendré que ver cómo van muriendo lentamente. Al igual que ocurrió con la pérdida de los olmos, la vida silvestre se verá afectada. Se han encontrado nada menos que 239 especies de

invertebrados y 548 tipos de líquenes que viven en los fresnos. Veintinueve de esos invertebrados y cuatro de los líquenes solo se encuentran en este tipo de árboles, por lo que estos organismos lo pasarán muy mal. Por ejemplo, la polilla *Atethmia centrago*, cuyas larvas se alimentan de los fresnos, ya está clasificada en el Reino Unido como «vulnerable», pues entre 1968 y 2002 ha sufrido un declive del 74 %.

A los insectos nativos también los puede perjudicar la propagación de plantas invasoras foráneas, ya que compiten con las plantas hospedadoras de las que ellos dependen. Aproximadamente un millón de hectáreas de tierras de los parques nacionales de Estados Unidos están infectados con plantas invasoras, especialmente hierbas como *Cenchrus ciliaris* o el alpiste cinta (*Phalaris arundinacea*), además de muchas flores silvestres europeas que nos son muy familiares, como el diente de león, las especies del género *Centaurea* y la margarita. En los parques nacionales del este de Australia, se puede encontrar kudzu, una enredadera de origen asiático. Los efectos de las plantas foráneas suelen ser negativos, aunque no siempre. Andrea Litt, de la Universidad de Texas A&M, analizó diversos estudios sobre el impacto de las plantas invasoras en los artrópodos (insectos, arañas, crustáceos...). Descubrió que en el 48 % de los estudios, en las zonas invadidas por plantas foráneas vivían muy pocas especies de artrópodos, mientras que en el 17 % se produjo un incremento. En algunas ocasiones las plantas foráneas y los polinizadores igualmente foráneos pueden formar una alianza: la lantana y la viborera son polinizadas en Australia principalmente por abejas melíferas europeas, mientras que, en Tasmania, pude ver cómo el lupino arbustivo californiano y los cardos europeos eran polinizados tanto por abejas melíferas como por el abejorro común europeo. Tanto las plantas foráneas como las abejas salían beneficiadas, pero es posible que a expensas de otras plantas autóctonas y polinizadores que vivían allí antes de la llegada de estos.

Gracias a nuestra interminable y torpe redistribución de plantas, animales y enfermedades, corremos el riesgo de simplificar

y homogeneizar la fauna y la flora del mundo. El peligro es que acabemos teniendo las mismas especies resistentes y robustas en todas partes. Las plantas autóctonas van siendo eliminadas por patógenos foráneos, o puede que sean superadas por malezas invasoras o consumidas por plagas extranjeras. Cuando desaparecen las plantas de las que se alimentan, los insectos autóctonos siguen el mismo destino, ya que pueden ser exterminados por los depredadores extranjeros, infectarse con enfermedades foráneas o ser superados por otros competidores. En algunas zonas del mundo, como Hawái y Nueva Zelanda, han desaparecido comunidades enteras de plantas y animales autóctonos que han sido reemplazadas por una mezcolanza de especies procedentes de diversas partes del mundo. Dado el alcance del comercio global, es inevitable que se produzcan traslados accidentales de plantas y animales, pero podríamos hacer mucho más para reducir los riesgos, siguiendo el ejemplo de Australia y Nueva Zelanda, que cuentan con rigurosos registros fronterizos y protocolos de cuarentena.

Para mí, uno de los grandes placeres de viajar a otros lugares es ver mariposas, aves, abejas y flores que no había visto con anterioridad. La vida silvestre indígena es diferente, vayas a donde vayas. Esta diversidad geográfica es una de las razones por las que nuestro planeta alberga una maravillosa variedad de formas de vida. Hicieron falta millones de años para que la evolución creara, lentamente, conjuntos únicos de plantas y animales en cada región de nuestro planeta, y solo un par de cientos de años para que nosotros los mezclemos. No podemos deshacer lo que ya está hecho, pero, si nos esforzamos, podríamos reducir la frecuencia de las invasiones futuras y, de esa forma, aliviar uno de los focos de presión que sufre nuestra tan castigada biodiversidad.

La polilla gran esfinge morada

Las orugas son el alimento preferido de muchas aves adultas que intentan alimentar a sus hambrientos polluelos. El resultado es que han desarrollado todo un conjunto de disfraces para evitar ser atrapadas. Muchas orugas de la familia Papilionidae son de color blanco y negro para parecerse a excrementos de aves. Otras optan por confundirse con palitos, mientras que la oruga de la polilla langosta se parece a una hormiga cuando es pequeña y a una araña achaparrada cuando es más grande (un curioso disfraz, ya que muchas aves comen arañas). Las orugas de la polilla esmeralda de Arizona pasan por dos generaciones. En primavera se parecen extraordinariamente a los amentos de roble de los que se alimentan, mientras que la segunda generación, que aparece en verano cuando los amentos han caído, se asemeja a un palo. Mi favorita es la polilla gran esfinge morada, posiblemente porque recuerdo con agrado cuando de niño me las encontraba alimentándose de las adelfas. Cuando está completamente desarrollada, se parece un poco a la trompa de un elefante, de ahí su nombre en inglés, *elephant hawk-moth*, aunque puede que sea un disfraz poco útil en Inglaterra. Cuando se siente amenazada, infla una sección delantera de su cuerpo y expande un par de manchas que se asemejan a ojos completos con pupilas, que la hacen parecer una serpiente que se alza para atacar.

14

Incertezas conocidas y desconocidas

Recuerdo perfectamente las carcajadas de Donald Rumsfeld en 2002, cuando le preguntaron sobre la ausencia de pruebas que relacionaran a Saddam Hussein con el suministro de armas de destrucción masiva: «También sabemos que hay incertezas conocidas; es decir, sabemos que hay cosas que no sabemos. Pero también hay incertezas desconocidas (las que no sabemos que desconocemos)». En ese momento pensé que era tonto, pero en retrospectiva creo que era un punto de vista válido y posiblemente importante. Estaba haciendo una distinción entre las cosas que no sabemos que van a ocurrir, pero a las que nos podríamos anticipar, y las cosas que a lo mejor ocurren, pero a las que no nos podemos anticipar basándonos en experiencias pasadas. Hay muchos factores que sabemos que dañan a los insectos (certezas conocidas) y muchos más de los que sabemos algo y a los que nos podríamos anticipar para que no dañen a los insectos, pero de los que no tenemos datos fiables (incertezas conocidas). También hay, inevitablemente, factores en los que ni siquiera hemos pensado, o que están fuera del alcance del conocimiento científico y que pueden (o no) ser descubiertos en el futuro (incertezas desconocidas).

Si usted cree que me ha picado el mismo bicho que a Rumsfeld, déjeme que ponga algunos ejemplos. En lo referente al declive de los insectos, entre las incertezas conocidas estarían los efectos de los nuevos pesticidas o de cualquier otro de los innumerables contaminantes producidos por la humanidad; por

ejemplo, los metales pesados como el mercurio liberado por la minería y los procesos industriales. Cada año fabricamos aproximadamente 30 millones de toneladas de 144.000 compuestos químicos para diversos propósitos (pesticidas, fármacos, retardantes de llama, plastificantes, pintura antiincrustante, conservantes, tintes y un sinfín de cosas más). Muchos de esos productos han contaminado el medioambiente mundial. Recientemente, se han encontrado niveles altos de policlorobifenilos (PCB) y de polibromodifenil éteres (PBDE) en crustáceos (cangrejos, gambas, etc.) que vivían a casi 11 kilómetros de profundidad en el fondo de la fosa de las Marianas (junto a una gran cantidad de bolsas de plástico). Desconocemos cuál es el impacto de la gran mayoría de los contaminantes sobre los insectos, el resto de la vida salvaje o los seres humanos. Puede que esos cangrejos de aguas profundas estén bien, a pesar de los PCB, o puede que no. Sería bastante complicado estudiarlos. No parece muy arriesgado suponer que, en algún lugar, esos productos químicos estén perjudicando a algunos insectos. Hay tantísimos productos químicos que los científicos todavía no han tenido tiempo para estudiarlos. Además, se siguen fabricando otros nuevos, por lo que la ciencia es incapaz de seguirles el ritmo. De algunos compuestos químicos tenemos alguna información, pero no sabemos todavía si son dañinos; son incertezas conocidas.

Otra incerteza conocida es la que tiene que ver con el tráfico. No sabemos cómo afecta realmente a los insectos. Se ha convertido en una práctica común plantar flores silvestres en los arcenes de las carreteras y las rotondas. Su aspecto es hermoso y, en teoría, proporcionan hábitats extensos ricos en flores, que conectan nuestros pueblos y ciudades. Por otro lado, hay dos aspectos negativos: primero, los insectos atraídos por estas flores pueden ser golpeados por los vehículos que pasan y, en segundo lugar, los contaminantes que expulsan los vehículos son perjudiciales para su salud. ¿Acaso estas franjas de tierra llenas de flores dañan más que benefician? Una vez solicité una subvención para estudiar este tema, pero fue rechazada (puede que acertadamente, ya que no estoy seguro de que los métodos que propuse fueran del todo

plausibles). En los últimos años, se han publicado miles de artículos científicos sobre polinizadores, pero muy pocos han tocado este tema. Simplemente no sabemos cuál es el efecto neto de esas franjas de tierra llenas de flores junto a las carreteras, aunque es posible que la respuesta dependa de la carretera en cuestión. El peligro de las colisiones con los vehículos depende de la velocidad del tráfico. La mediana de Lewes Road, en dirección a Brighton, cerca de la universidad donde trabajo, está llena de hermosas flores. El límite de velocidad es de 50 kilómetros por hora, pero se producen muchos atascos, por lo que los coches suelen estar parados. Es lógico pensar que serán pocos los insectos que se golpeen contra los vehículos. Hasta un caracol tendría posibilidades de cruzar esa carretera y llegar ileso a la franja de flores. Por otro lado, también hay franjas con flores adyacentes a la cercana autovía A27, de dos direcciones, por la que ruge un torrente de vehículos a 130 kilómetros por hora o más durante gran parte del día. Desde hace años, la escasez de «salpicaduras» de insectos en los parabrisas suele atribuirse a la falta de insectos, pero también podría explicarse, en parte, por la mejora de la aerodinámica de los coches y el aumento del volumen de tráfico, ya que si hay un flujo de vehículos que se desplazan a gran velocidad, el de delante va «limpiando» los insectos y los de atrás no se topan con ninguno. Tampoco tenemos mucha información sobre los efectos de los gases de escape. ¿Qué daños provocó la gasolina con plomo a los insectos? Los estudios de laboratorio han descubierto que incluso los gases de la gasolina sin plomo afectan a la capacidad de las abejas a la hora de aprender y recordar los aromas de las flores, mientras que los del diésel degradan su aroma y hacen más difícil que las abejas las huelan. Las abejas de la mediana de la carretera de Lewes no mueren atropelladas por los coches, pero absorben los humos del tráfico casi estacionario de ambos lados, y eso les puede impedir identificar cuáles son las mejores flores y recoger el néctar y el polen de forma eficiente. Puede que el alimento que recolectan esté tan contaminado que las larvas mueran. No lo sabemos.

Tampoco se ha investigado el efecto de la contaminación por

partículas de nuestra atmósfera sobre los insectos. La contaminación por partículas (pequeñas partículas de polvo suspendidas en el aire) procede de las emisiones de los vehículos, del polvo levantado por estos, de muchas actividades industriales como la generación de energía y también de las erupciones volcánicas y de los incendios forestales (ya sean de origen «natural» o provocados por el cambio climático). Se sabe que estas partículas tienen efectos profundos sobre la salud humana, ya que se calcula que, en 2016, provocaron 4,2 millones de muertes prematuras. En los humanos, la inhalación de estas partículas del aire provoca infartos, cardiopatías, enfermedad obstructiva pulmonar y cáncer, y, entre otras cosas, también daña nuestra cognición. Los insectos también tienen que respirar, pero lo hacen de una forma diferente. En lugar de pulmones que bombeen el aire, poseen una serie de pequeños agujeros en sus laterales, conocidos como espiráculos, que se conectan a una red de túbulos ramificados, más pequeños y llenos de aire, que serpentean a través de los tejidos del insecto. Su vida depende de que entre oxígeno y salga dióxido de carbono, aunque algunos insectos de mayor tamaño, como las polillas esfíngidas y los abejorros, pueden forzar con su cuerpo la entrada de aire si es necesario. Parece obvio que no es nada bueno que esas partículas (en algunas ocasiones de sustancias tóxicas) entren en el cuerpo y bloqueen esos túbulos, pero sorprendentemente no se ha realizado ningún estudio científico al respecto.

Uno de los aspectos más controvertidos de la contaminación por partículas es la propagación deliberada de polvo a través de los escapes de los aviones en un intento de manipular el clima, ya sea «sembrando» gotas de lluvia o reflejando la luz del sol, una técnica conocida como geoingeniería. En 2015, publiqué un pequeño estudio con Chris Exley, de la Universidad de Keele, en el que revelamos que los abejorros del Reino Unido poseen niveles sorprendentemente altos de aluminio en sus tejidos, puede que suficientes para ser dañinos. En los humanos, se ha relacionado la presencia de aluminio con varios trastornos como la enfermedad de Alzheimer. No tenemos ni idea de cuál es el origen del aluminio

que encontramos en los abejorros. Poco después de que se publicara el artículo, varias personas contactaron conmigo para decirme que estaban convencidas de que demostraba la veracidad de la teoría de las estelas químicas o *chemtrails*, según la cual los gobiernos y la industria aeronáutica están implicados en una conspiración global con la que se pretende manipular el clima. Su punto de partida es que las estelas de humedad que los aviones dejan atrás se disipan de forma natural, pero que desde 1995 duran más porque están llenas de sustancias químicas que han introducido las grandes empresas y los gobiernos para manipular a las personas o al medioambiente. Los partidarios de esta teoría creen que la mayoría de los aviones comerciales están cargados con tanques llenos de sustancias químicas y portan dispositivos que los liberan mientras el aparato vuela. Según ellos, el aluminio y otras sustancias químicas, como el ácido sulfúrico, caen con la lluvia y matan insectos, árboles y puede que incluso a algunas personas.

Acepté a regañadientes reunirme con una partidaria de la conspiración de las estelas químicas en una visita a Boulder en Colorado. Parecía cuerda y racional, y muy amablemente me invitó a un par de cervezas mientras conversábamos en el jardín del bar. Analicé las fotografías que me enseñó de extrañas formaciones de nubes de aspecto artificial que dijo eran el resultado de las estelas químicas. También me señaló algunos árboles de hojas amarillentas que rodeaban el aparcamiento y cuyo aspecto era poco saludable. Según ella, era otra prueba que apoyaba su teoría, pero, dado que era septiembre, cuando las hojas mueren de forma natural, no me resultó nada convincente. Sin embargo, me picó la curiosidad, así que busqué en la literatura científica cualquier referencia al tema. No había mucho, pero encontré un artículo escrito por dos entomólogos estadounidenses, Mark Whiteside y Marvin Herndon, que utilizaron pruebas circunstanciales para defender que las cenizas volantes de carbón (productos de desecho procedentes de las centrales eléctricas de carbón que contienen diversas toxinas, entre ellas, metales pesados) se utilizan en las estelas químicas sobre Norteamérica y que esa es una de las

principales causas de la desaparición de insectos.

A los partidarios de esta teoría no se les suele tomar en serio porque se piensa que son unos chiflados, y con razón, porque es absurdo creer que una conspiración de ese tamaño se pudiera mantener en secreto. No es mucho más verosímil que creer que la Tierra es plana. Sin embargo, la geoingeniería es real. Se ha probado a pequeña escala y se planea realizar experimentos más ambiciosos. En 2017, la Universidad de Harvard anunció el inicio de un estudio que contaba con un presupuesto de 20 millones de dólares, para el que iban a sembrar, a pequeña escala, la atmósfera superior con agua, óxido de aluminio o carbonato cálcico para intentar combatir el cambio climático (los experimentos debían iniciarse a principios de 2019, pero todavía no he podido encontrar ningún informe sobre lo sucedido). Algunos climatólogos son escépticos respecto a la conveniencia de este trabajo. Se dice que Kevin Trenberth, uno de los miembros principales del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático de las Naciones Unidas, dijo que «la geoingeniería no es la respuesta. Reducir la radiación solar entrante afectaría a los ciclos meteorológicos e hidrológicos y favorecería la aparición de sequías. Provocaría una desestabilización que podría engendrar guerras. Habría muchos efectos colaterales, y nuestros modelos no son lo suficientemente buenos como para predecir los resultados». Queda bastante claro que es una mala idea, pero, al igual que ocurre con muchas tecnologías humanas que pueden tener consecuencias para todos nosotros (como el desarrollo de la inteligencia artificial), es difícil de regular. En teoría, un país pequeño podría alterar el clima de todo el mundo. Cuando los impactos del cambio climático empiecen a ser devastadores, es posible que se recurra a la geoingeniería como un último intento desesperado de evitar el desastre. Pero podría empeorar las cosas. En cuanto al impacto que tendría sobre los insectos, solo podemos plantear conjeturas. Como diría Donald, es una incerteza conocida.

Muchas tecnologías modernas son una amenaza para los insectos, pero o no tenemos pruebas o las que tenemos no son concluyentes. Los circuitos eléctricos crean campos

electromagnéticos y sabemos que algunos insectos como las hormigas los pueden detectar. De forma parecida, las capacidades cognitivas de las abejas melíferas se ven gravemente afectadas por los campos electromagnéticos potentes que se crean alrededor de los cables de alta tensión. Las abejas (y puede que muchos otros insectos) utilizan el campo magnético terrestre como herramienta en sus desplazamientos. En el caso de abejas sociales como los abejorros y las abejas melíferas, es fundamental ser capaz de encontrar el camino de regreso a casa, ya que, si no lo hacen, morirían en poco tiempo. ¿Cómo pueden afectar los campos eléctricos creados por las líneas de alta tensión que atraviesan nuestros campos a su navegación? Parece verosímil que dichos campos modifiquen su comportamiento, pero nadie lo ha estudiado.

Aunque los campos electromagnéticos que rodean a los aparatos eléctricos están relativamente localizados, la radiación electromagnética de radiofrecuencia de los postes telefónicos, el wifi y los teléfonos móviles está más o menos en todas partes, golpeándonos y atravesándonos todo el tiempo. Estas ondas tienen poca energía, a diferencia de las frecuencias mucho más altas de la radiación electromagnética, como los rayos gamma o los rayos X, los cuales son, por supuesto, muy perjudiciales para los seres vivos. Por otro lado, la exposición a la radiación de radiofrecuencia está aumentando exponencialmente a medida que la tecnología avanza y la demanda de ancho de banda aumenta. La novedosa tecnología 5G utiliza la radiación electromagnética de una frecuencia más alta, entre 30 y 300 gigahercios (la misma frecuencia que produce su horno de microondas; de hecho, es un ancho de banda que no se había utilizado anteriormente para las telecomunicaciones). Dado que las ondas de esta frecuencia no se desplazan a gran velocidad, la tecnología 5G requiere la instalación en nuestras calles de cientos de miles de pequeños transmisores a intervalos regulares. Se calcula que, en 2025, conectará 100.000 millones de dispositivos en todo el mundo. Esta radiación calentará ligeramente cualquier parte del cuerpo que esté muy cerca de un teléfono móvil. Este efecto será mucho más fuerte cerca de los

nuevos transmisores 5G y de las microondas que emiten.

Estoy muy comprometido con la divulgación del declive de las abejas, y por este motivo ofrezco charlas y entrevistas para hablar sobre el tema. Pero a veces me contactan excéntricos que me explican sus propias teorías sobre la causa de la desaparición de estas criaturas. Al igual que ocurre con los partidarios de la conspiración de las estelas de los aviones, las creencias no tienen por qué apoyarse en pruebas convincentes, aunque son sostenidas con mucha pasión. Algunas personas creen que diversas dolencias que afectan a las abejas o a los humanos se deben a la exposición a las señales de los teléfonos móviles, por ejemplo, tumores cerebrales y varios tipos de cáncer como la leucemia. De hecho, he conocido personas que están convencidas de que cualquier exposición a la radiación electromagnética, como la emitida por los teléfonos o el wifi, les causa malestar (es el llamado síndrome de hipersensibilidad electromagnética). Por muy triste que resulte, las pruebas científicas que lo apoyan no parecen ser muy sólidas. Se han realizado muchos estudios epidemiológicos a gran escala para evaluar si el uso de teléfonos móviles causa cáncer, y la conclusión de la mayoría de ellos es que lo más seguro es que no sea así, aunque algunos estudios sí que han encontrado una relación, pero débil. La relación no es sólida, ya que, si así fuera, se habría detectado fácilmente. En 2011, la IARC, integrada en la Organización Mundial de la Salud, encargó a un grupo de expertos de este campo que revisara todas las pruebas disponibles. Su conclusión fue que era posible que el uso de teléfonos móviles causara cáncer. La verdad es que no decantaron el debate hacia ningún lado.

Se han dedicado muchos menos esfuerzos a la comprensión de los efectos de la radiación electromagnética de las telecomunicaciones en los insectos y otros animales silvestres. La conclusión de un curioso estudio fue que existía una fuerte relación inversamente proporcional entre la potencia de la radiación electromagnética y la abundancia de gorriones comunes en diferentes zonas de la ciudad española de Valladolid. Los autores sugieren que esta puede ser la explicación de la reciente y

pronunciada caída en el número de gorriones de las áreas urbanas de Europa. Sin embargo, este tipo de estudios correlativos no son concluyentes, ya que pueden existir otros factores causales asociados a la potencia de la radiación electromagnética. Por ejemplo, es muy probable que en los lugares con más aparatos eléctricos viva más gente, lo que podría asustar a estos pájaros. Para la realización de otros estudios colocaron teléfonos móviles en colmenas de abejas melíferas y detectaron un incremento en el ruidito que emiten las obreras (ruidos agudos que hacen cuando algo o alguien molesta a la colmena). Pero esos estudios han sido criticados porque no se han replicado como es debido y, en cualquier caso, la presencia de un teléfono móvil dentro de la colmena no es un escenario realista.

Más preocupante es que se hayan realizado tan pocos estudios en este campo. Hemos desplegado una gran cantidad de redes de telecomunicaciones en todo el mundo que se ampliarán en un futuro cercano. Podemos verlo como un gigantesco experimento, no replicado, en el que más o menos todos los seres vivos del planeta estamos recibiendo una dosis cada vez mayor de radiación de radiofrecuencia, sin que estemos seguros al 100 % de las consecuencias. La tecnología 5G supondrá que todos y cada uno de los habitantes de cualquier ciudad estarán expuestos crónicamente a una dosis de microondas mucho mayor. He visto en las redes sociales un vídeo en el que aparecen docenas de abejas muertas en el suelo bajo un transmisor 5G, aunque es evidente que no es una prueba científica convincente y que incluso podría ser falso. Algunas personas que han contactado conmigo están convencidas de que no existe ninguna pandemia de coronavirus, de que el COVID-19 es una ficción y de que el causante de todos los síntomas es el 5G. Está claro que es una locura, y un peligro si se los toma en serio. Confirma que los humanos tenemos una gran capacidad para creer en algo falso, y eso es bastante inquietante. Sin embargo, solo porque algunas personas estén locas no significa que el 5G no tenga consecuencias para la salud del ser humano o los animales salvajes. Me parece que, antes de precipitarnos, sería sensato investigarlo adecuadamente. La tecnología 4G ya es

bastante increíble por sí misma. Permite a casi todos los habitantes del planeta descargar un flujo constante de trivialidades y charlas sin sentido a una velocidad prodigiosa. ¿Es un problema tan grande si de vez en cuando tarda un par de segundos en cargar su página de alguna red social? ¿No podríamos esperar unos años e investigar un poco más el tema de la seguridad antes de desplegar el 5G?

Para acabar con el turbio mundo de las incertezas conocidas sería negligente por mi parte no mencionar la más controvertida de todas: los riesgos que suponen los organismos modificados genéticamente (a menudo se suele utilizar la abreviatura OMG). Los OMG son organismos en los que hemos alterado deliberadamente el ADN, por ejemplo, cogiendo un gen de un organismo e insertándolo en el ADN de otro. Para algunos, estos organismos son una especie de «Frankenstein», mientras que para otros se trata de una tecnología prometedora que debemos aprovechar. Por lo general, la gente que está en contra de los pesticidas también lo está en contra de los OMG, ya que consideran que ambas son tecnologías peligrosas y antinaturales. Son preocupaciones lógicas, ya que existen riesgos. Un cultivo modificado genéticamente se puede hibridar con un pariente silvestre, lo que permitiría que el gen insertado escapara y saltara a otra especie. Si, por ejemplo, ese gen confiere resistencia a un herbicida, la mala hierba será mucho más difícil de erradicar. Por otro lado, los OMG también tienen grandes beneficios potenciales: por ejemplo, si conseguimos que un cultivo sea más nutritivo o que tolere mejor la sequía. Si un cultivo fuera más resistente al ataque de los insectos, entonces no haría falta utilizar insecticidas, lo que sería muy beneficioso para la vida silvestre. Personalmente, no creo que debamos descartar esta tecnología. Sin embargo, hasta ahora la mayoría de los cultivos transgénicos han sido desarrollados por grandes empresas con el único objetivo de llenarse los bolsillos en lugar de beneficiar a las personas o al medioambiente. Los cultivos «Roundup ready» son un claro ejemplo de ello, ya que fueron desarrollados por Monsanto, la empresa que fabrica el Roundup (un herbicida a base de glifosato).

Su introducción ha venido acompañada de un incremento en el uso de Roundup, lo que perjudica claramente al medioambiente y es muy probable que también dañe a las personas (véase el capítulo 8). Además, el rendimiento de los cultivos modificados genéticamente suele ser igual o solo un poco mejor que el de los cultivos convencionales. En cambio, las semillas son bastante más caras. En resumen, creo que esta tecnología tiene el potencial para convertirse en una herramienta útil si está en buenas manos, pero, lamentablemente, de momento no es así.

Al parecer, están en camino otras tecnologías genéticas cuya conveniencia es aún más dudosa. Para hacer frente a las amenazas futuras a la biodiversidad, se cree que una de las soluciones es fabricar pesticidas, basados en el ARN, capaces de «silenciar genes».[1]Se rocían sobre los cultivos para que sean ingeridos por las plagas de insectos, alterando su expresión genética. De esta forma se puede «silenciar» casi cualquier gen de la plaga, lo que significa que se bloquea su funcionamiento. Si se bloquea un gen que sea fundamental para la salud o la reproducción, la plaga muere o no puede dejar descendencia. En teoría, se podría crear una gran variedad de pesticidas, cada uno de los cuales estaría diseñado para silenciar un gen concreto de una determinada plaga. Estos nuevos productos podrían ser nocivos para otros insectos que posean un gen parecido. Sin embargo, dado que solo hemos secuenciado los genomas de una ínfima proporción de todos los organismos que existen, saber cuál puede poseer un gen parecido al de la plaga no es tarea sencilla. Está claro que nos aseguraremos de que el pesticida no bloquee la expresión de nuestros propios genes, pero ¿podemos estar seguros de que no afectará a alguno de los microbios que albergamos?

Para acabar con este tema, me gustaría hablarles de las incertezas desconocidas, pero es evidente que no es posible. Si se nos ocurriera una, ya no sería desconocida y estaríamos hablando de una incerteza conocida. Parece altamente probable que haya muchas actividades humanas que afecten a la salud de los insectos de alguna forma que de momento desconocemos, ya que el ritmo de desarrollo y despliegue de las nuevas tecnologías supera con

creces la capacidad de los científicos para anticiparse a las consecuencias no deseadas. Es igualmente posible que existan factores naturales que afectan a los insectos y que todavía no comprendemos; por ejemplo, puede que haya muchas enfermedades por descubrir. Estas serían las «incertezas desconocidas» de Rumsfeld, que, por definición, no podemos saber cuáles son. De momento. Aun así, parece bastante probable que existan, ocultas en el abismo de nuestra ignorancia.

Abejorros electrostáticos

Las abejas son los gigantes intelectuales del mundo de los insectos. Son capaces de desplazarse largas distancias utilizando el Sol y el campo electromagnético de la Tierra como brújula, de memorizar la localización de lugares estratégicos, de aprender qué flores son las que les ofrecen mayores recompensas y de extraerlas de la forma más eficaz.

En mi investigación, descubrí que, de forma accidental, los abejorros dejan huellas olorosas en las flores que visitan y las abejas captan ese débil olor dejado por un visitante anterior para decidir si merece la pena visitar o no esa flor. Lo más seguro es que no visiten las flores en las que esas huellas sean frescas. Una investigación reciente ha revelado otro superpoder de estas criaturas: son capaces de detectar y obtener información útil de las cargas electrostáticas. Cuando vuelan, adquieren carga positiva, al igual que nosotros cuando caminamos por una alfombra. Las flores suelen estar cargadas negativamente, por lo que, cuando se aproximan a ellas, el polen cargado negativamente tiende a saltar de la flor y adherirse a la abeja. Cuando esta aterriza, su carga positiva y la negativa de la flor se cancelan entre sí. Esto significa que las flores que han sido visitadas recientemente no solo portan el olor de la huella del anterior visitante, sino que también tienen menos carga negativa, y, al parecer, los abejorros son capaces de detectarlo, ya que el campo electrostático hace que los pequeños pelos de su cuerpo se ericen. Gracias a ello, saben que la flor está vacía y que sería una pérdida de tiempo aterrizar y buscar néctar.

15

Mil cosas que te pueden matar

Así pues, ¿cuál de todos los factores de estrés a los que se enfrentan los insectos en el mundo es el verdadero impulsor de su declive? ¿Quién es el culpable? La respuesta, por supuesto, es todos ellos. En la novela *Asesinato en el Orient Express*, el famoso detective de ficción Hércules Poirot descubre que la víctima recibió doce puñaladas realizadas por doce personas diferentes. Casi todo el reparto de la novela es culpable. El declive de los insectos está impulsado por todos los factores que he descrito: pérdida del hábitat, especies invasoras, enfermedades foráneas, mezclas de pesticidas, cambio climático, contaminación lumínica y, probablemente, otros agentes antropogénicos que, de momento, desconocemos. No hay un único culpable. En la novela de Agatha Christie, Ratchett, la víctima, podría haber sobrevivido tras ser apuñalado una o dos veces, pero no después de recibir doce puñaladas. Se podría discutir sobre cuál de ellas fue la más profunda, pero no sería un ejercicio muy fructífero.

El valor de esta analogía es limitado, ya que, a diferencia del asesinato de un pasajero de tren muy impopular, la desaparición de los insectos empezó hace décadas y en toda la superficie del globo. Distintas combinaciones de factores habrán afectado a diferentes especies en diferentes épocas y lugares. Pero ahora sabemos que muchos factores estresantes que dañan a los insectos no actúan de forma independiente; ya he explicado en páginas anteriores cómo ciertos tipos de fungicidas, que prácticamente no son tóxicos para los insectos por sí solos, pueden bloquear sus mecanismos de

desintoxicación. Si un insecto se ve expuesto simultáneamente tanto al fungicida como a un insecticida, este último puede ser mil veces más tóxico. De forma parecida, las dosis minúsculas de insecticidas neonicotinoides, demasiado pequeñas para matar a una abeja, sí que pueden anular su sistema inmunitario. En ese momento, si la abeja porta algún virus, este se podrá multiplicar rápidamente y matará a su hospedadora. Parece ser que estos mismos insecticidas alteran la capacidad de las abejas de regular su propia temperatura corporal y la de su colonia. Las abejas melíferas sanas se refrescan a sí mismas si están muy calientes, y viceversa, pero las que han recibido pequeñas dosis de insecticida son incapaces de hacerlo, por lo que se puede decir que ese compuesto hace que a la abeja le cueste mucho más tolerar las olas de calor. En los nidos de abejorros que han recibido dosis bajas de neonicotinoides cuesta mucho más mantener estable la temperatura de las crías con la misma eficacia. Los fungicidas y los herbicidas alteran la flora intestinal de las abejas, lo que afecta, de forma indirecta, a su salud y a su resistencia a las enfermedades de formas muy complejas. En todos estos ejemplos, el efecto combinado de dos factores estresantes juntos es mucho mayor que la suma del efecto de cada uno de ellos por separado.

Hasta ahora, solo he mencionado las interacciones entre algunos pares de factores estresantes, sobre todo porque, de todos los problemas que afectan a las abejas, son los únicos a los que la ciencia puede hacer frente. Por ejemplo, un buen experimento para demostrar los diferentes problemas que un pesticida causa a las abejas consistiría en exponer a algunas o a toda la colonia a diferentes dosis. En un ejemplo hipotético, queremos investigar el efecto del nuevo compuesto químico X sobre las colonias de abejas. Podríamos introducir en el alimento de las colonias experimentales 1, 5, 10 o 50 partes por mil millones de ese compuesto. Necesitamos realizar una «replicación», es decir, dar las mismas dosis a diversas colonias porque cada una es ligeramente diferente y no responderán igual. No podemos realizar un análisis estadístico de los resultados si no tenemos al menos tres colonias para cada dosis. Si queremos detectar efectos pequeños, lo ideal es disponer

de al menos diez colonias para cada dosis. También necesitamos colonias «control» a las que daremos alimento sano, libre del compuesto objeto del estudio. Por lo tanto, de momento necesitamos cincuenta colonias. Si también queremos estudiar los efectos de un patógeno, y cómo interactúa este con el compuesto químico X, necesitaremos doblar el tamaño del experimento: veinte colonias a las que daríamos una dosis del pesticida, la mitad de ellas expuestas al patógeno. Por lo tanto, ya necesitamos cien colonias. Si añadimos un tercer factor tendríamos que doblar de nuevo el tamaño del experimento, lo cual seguramente será imposible desde el punto de vista logístico, a menos que el científico cuente con un presupuesto enorme y un ejército de ayudantes. Pero en el mundo real los insectos son bombardeados continuamente con múltiples factores estresantes, todos a la vez. Imagínese un sírfido que vive en los campos de cultivo; se alimenta de flores de colza en primavera y se ve expuesto a una mezcla de pesticidas. Cuando se acaban las flores no hay mucho que comer. Hambriento y envenenado, abandona la granja y se aleja volando, pasa por un campo electromagnético generado por una línea de alta tensión y llega a una franja de terreno llena de flores situada junto a una carretera. Allí tiene que esquivar el tráfico y se expone a los humos del diésel. Todo ese tiempo, su sistema inmunitario intenta acabar con una enfermedad extranjera de la que se contagió al visitar una flor contaminada, algo que cada vez le resulta más difícil porque su flora intestinal ha sido eliminada por los fungicidas a los que ha estado expuesto. Si es hembra y consigue poner algún huevo, este tendrá muchas posibilidades de ser comido por alguna mariquita asiática invasora, o morirá por no poder soportar una ola de calor estival. Desconocemos cómo interactúan todos estos factores estresantes, pero no debería sorprendernos si, de un modo u otro, este sírfido acaba muerto o produce pocas crías supervivientes.

Uno de los casos más estudiados es el de la mariposa monarca. Su supervivencia se ha visto condicionada por diversos factores complejos que interactúan entre sí. El precipitado declive que ha sufrido este bello y carismático insecto en Norteamérica ha

impulsado una plétora de estudios científicos que intentan averiguar cuál es la causa. El primer sospechoso es el uso cada vez mayor de los herbicidas glifosato y dicamba, posible gracias al desarrollo de cultivos de maíz y soja modificados genéticamente para ser resistentes a estos productos. Un agricultor que siembra cultivos «normales» no puede controlar la proliferación de malas hierbas con herbicidas, ya que se arriesga a que su cultivo también muera. En cambio, otro agricultor cuyos cultivos estén modificados genéticamente para que la planta sea inmune al herbicida podrá rociarlo directamente sobre ella, eliminando así cualquier mala hierba presente, pero sin dañar a la planta cultivada. De esta forma, los agricultores tienen cultivos en los que prácticamente no hay ninguna mala hierba. Las orugas de la mariposa se alimentan exclusivamente de las hojas de asclepias. Estas plantas eran muy comunes entre la maleza de las tierras agrícolas, pero ahora ya no, lo que significa que dispone de mucho menos alimento.

Sin embargo, según un estudio reciente de la Universidad de Stanford hay algo más. Las asclepias se defienden de los herbívoros produciendo cardenólidos venenosos que corren por sus hojas y su savia. Las orugas de la mariposa monarca han desarrollado tolerancia a estos compuestos y los almacenan en su propio cuerpo para ser incomibles para sus depredadores. Anuncian su mal gusto con brillantes rayas amarillas y negras de advertencia. Los cardenólidos que se encuentran en el interior de las orugas también ayudan a eliminar un parásito unicelular cuyo impronunciable nombre es *Ophryocystis elektroscirrha*. Si no se controla, daña el intestino de la oruga y, si no la mata, puede dar lugar a una mariposa adulta con alas deformadas y pocas probabilidades de sobrevivir. La ecóloga Leslie Decker descubrió que las asclepias que crecen en ambientes con niveles elevados de dióxido de carbono producen cardenólidos diferentes que son menos efectivos a la hora de eliminar el parásito.

Las organizaciones ecologistas suelen recomendar que se planten asclepias en los jardines para animar a que se acerquen las mariposas monarcas. La especie que más se suele cultivar es el venenillo (*Asclepias curassavica*), autóctona de México y cuyos

niveles de cardenólidos son más altos que los de las especies norteamericanas de las que se suelen alimentar las monarcas. Estos niveles rozan el límite tolerable por las orugas. Matt Faldyn, de la Universidad Estatal de Luisiana, cultivó asclepias a una temperatura ligeramente elevada. El resultado fue que produjeron más cardenólidos, tantos que no eran asimilables para las monarcas. «Estas toxinas son buenas dentro de unos límites —comentó Faldyn en una entrevista—, en los que ni son demasiado tóxicas ni demasiado débiles. Es muy posible que, con el cambio climático, estas plantas superen un punto de inflexión y salgan de esa zona ideal.»

El cambio climático también está empujando a estas mariposas hacia el norte, llegando incluso a Canadá, lo que significa que su vuelo otoñal de regreso a México es cada año más largo. Por esa razón, es probable que el cambio climático afecte sutilmente a las monarcas, tanto por los efectos sobre la calidad de su alimento como por la prolongación de su migración anual.

Incluso en las zonas en las que hibernan empiezan a surgir problemas. En California, la actividad humana ha dañado, solo en los últimos cinco años, veinte de sus lugares habituales de hibernación y otros están amenazados por la presión urbanística. En las montañas de Sierra Madre, en México, los lugares de hibernación están amenazados por la deforestación y la minería. Uno de los grandes defensores de estos lugares, el exmaderero reconvertido en ecologista Homero Gómez González, fue asesinado en misteriosas circunstancias en enero de 2020, junto con Raúl Hernández Romero, un guía turístico especializado en las mariposas locales.

Es esta combinación de factores, algunos obvios, otros sutiles, la que está acelerando la desaparición de las mariposas monarca. Los ecólogos que las estudian sugieren que puede que se hallen cerca de un punto de inflexión, a partir del cual la población ya no podrá evitar su extinción. Al igual que ocurrió con la paloma migratoria, este insecto que hasta hace poco era muy común, en un futuro cercano puede desaparecer para siempre.

Es muy habitual valorar la salud de un organismo como un

sírfido, una mariposa monarca, una abeja melífera, un humano (o incluso la de un «superorganismo» como pueda ser una colonia de insectos sociales) según su resiliencia, es decir, su capacidad para recuperarse de los problemas, en este caso su exposición a factores estresantes o a alguna perturbación. Todas estas criaturas tienen mecanismos gracias a los cuales pueden mantener un equilibrio estable. Si el cuerpo humano o una colmena se calientan demasiado, estos mecanismos consiguen que el cuerpo regrese a un punto óptimo. Nosotros sudamos y buscamos una sombra. Las abejas abanican su nido para que corra aire fresco. Si no alimentamos suficientemente nuestro cuerpo, tenemos hambre y comemos más. Las colonias que tienen pocas reservas envían más obreras en busca de alimento.

Imaginemos que la salud de un organismo se puede visualizar como una canica colocada en el fondo de un cuenco cuyos lados son inclinados. Un factor estresante empuja la canica y la saca del centro, pero pronto regresará a la zona central. Imagine que cada vez que actúa un factor estresante el cuenco se vuelve menos profundo y sus lados menos empinados, por lo que es más fácil empujar la canica fuera del centro y, cuando regrese a su posición inicial, lo hará más lentamente. Al final, tendremos una canica situada en un plato poco profundo, y cualquier ligera perturbación será suficiente para hacerla rodar y caer fuera de él. Cada vez que nuestro cuerpo sufre la embestida de un factor estresante, como una ola de calor, una enfermedad, una toxina o una lesión física, utiliza nuestra energía para recuperarse, lo que nos hace menos capaces de afrontar nuevas tensiones si estas llegan poco después (el cuenco es menos profundo). Si nos envenenan, pasamos hambre y sufrimos además una infección, puede que una ola de calor sea el empujoncito final que acabe con nosotros. Se puede aplicar este mismo razonamiento a las poblaciones, o incluso a los ecosistemas, ya que ambos han demostrado tener un grado finito de resiliencia. Si pescamos algunos peces en el mar, la población se recuperará pronto, pero si sacamos demasiados, puede que no haya suficientes supervivientes para que la población sea viable y acabará desapareciendo. Habrá más probabilidades de que sea así si el mar

también está contaminado o se han perdido zonas vitales de desove. Tale unos pocos árboles de una pluviselva y esta se recuperará, ya que crecerán otros nuevos que rellenarán los huecos. Tale todos los árboles y el suelo acabará desapareciendo, ya no crecerán más árboles y el bosque será reemplazado por una pradera muy empobrecida, cubierta de maleza. Si los fertilizantes contaminan un lago de aguas cristalinas, rico en vida salvaje, este se convertirá, más o menos de forma permanente, en un lago turbio con muy poca biodiversidad y con repetidas floraciones de algas tóxicas.

Nuestro planeta ha soportado extraordinariamente bien los continuos cambios que hemos provocado, pero seríamos tontos si diéramos por sentado que seguirá haciéndolo; ya se ha extinguido una pequeña proporción de especies, pero, en la actualidad, todas las especies silvestres son mucho menos numerosas que hace un tiempo. Sobreviven en hábitats fragmentados y tienen que lidiar con un montón de problemas causados por el hombre. No tenemos los conocimientos necesarios para predecir cuánto tiempo más pueden resistir nuestros ecosistemas agotados o cuán cerca están del punto de inflexión más allá del cual el colapso será inevitable. En la analogía de los «remaches de un avión» de Paul Ehrlich, debemos estar cerca del punto en el que el ala se desprende.

La humilde oruga de saquito

Las orugas de saquito pertenecen a un grupo de polillas poco conocido, aunque muy numeroso, que se pueden encontrar por todo el mundo y que reciben ese nombre por su costumbre de fabricar un estuche o saquito protector a base de hojas o ramitas, que cosen con seda. Aquellos a quienes les encanta visitar estanques estarán familiarizados con los tricópteros, unas criaturas que recurren a la misma estrategia. Cada especie de oruga de saquito utiliza materiales diferentes, por lo que para identificarlas basta con fijarse en el estuche.

La más curiosa de todas es la oruga europea de saquito en forma de caracol (*Apterona helicoidella*), que construye un hermoso estuche helicoidal con partículas de tierra y sus propios excrementos, y que se parece mucho a una concha de caracol. Las orugas de saquito sacan la cabeza de su estuche para alimentarse de hojas o líquenes y, cuando ya han crecido completamente, pasan a la etapa de pupa dentro de él. Las polillas adultas no tienen partes bucales y viven solo unos días. Los machos tienen alas y vuelan en busca de hembras, mientras que estas son sedentarias, salen brevemente de su estuche para aparearse o se quedan dentro y permiten que el macho introduzca su abdomen en el estuche para aparearse con ellas. La hembra deposita los huevos dentro y muere poco después, tras lo que podríamos considerar una vida bastante aburrida. Dado que la hembra nunca se desplaza más que unos pocos centímetros, sería lógico pensar que las orugas de saquito se propagan muy lentamente, pero tienen dos de los métodos de dispersión más curiosos del mundo de los insectos. Primero, si una hembra que se ha apareado y contiene huevos en su interior es devorada por un ave que picotea su estuche, los huevos, que son muy resistentes, atraviesan el sistema digestivo del ave intactos, lo mismo que ocurre con las semillas de plantas como la zarzamora. Las semillas volverán al exterior con las deposiciones del ave, puede que a kilómetros de distancia del lugar en el que fue devorada la oruga. En el segundo, muchas orugas de saquito

copian la estrategia de las arañas y, durante su primera etapa larvaria, tejen con seda una especie de «globo» y dejan que el viento las desplace.

Cuarta parte
¿Adónde nos dirigimos?

Tengo tres hijos, y estoy muy preocupado porque van a heredar un planeta empobrecido y degradado. Desde la revolución industrial, los progenitores han podido contemplar el futuro con la seguridad de que sus hijos, en general, tendrían una vida mejor que la suya. Temo que eso ya no sea posible. En la actualidad, el futuro es incierto; hay indicios claros de que nuestro mundo está empezando a desmoronarse.

Es evidente que nuestra civilización es muy diferente de las que desaparecieron tiempo atrás, como la mesopotámica o la romana. Tenemos tecnologías que ellos no pudieron ni imaginar, desde Twitter a armas nucleares, geoingeniería e ingeniería genética. Podríamos utilizarlas para salvarnos o quizá aceleren nuestra caída. Seguro que los romanos también pensaban que eran muy listos, que su civilización no podría derrumbarse. Pero es lo que

ocurrió. Creo que se avecinan tiempos oscuros, y es muy posible que una de las primeras y principales víctimas de este inminente cataclismo sean las pequeñas criaturas que viven a nuestro alrededor, los insectos.

En la quinta parte, explicaré cómo podemos cambiar el curso de los acontecimientos y conseguir que nuestro planeta sea mejor, más verde, limpio y lleno de vida. Pero, antes de eso, permítanme que explique cómo será el mundo que heredarán nuestros hijos si seguimos explotando imprudentemente nuestra finita Tierra...

16

El futuro que nos espera

Estoy cansado y me cuesta mantener los ojos abiertos. Son las tres de la madrugada, pero sigue haciendo bastante calor; es una de esas noches húmedas y silenciosas que se repiten tanto últimamente. No se oye cantar a ningún grillo ni ulular a ningún búho en lo alto de los árboles. Me siento en una vieja silla de madera, con el rifle sobre mis rodillas. Podría haber sacado un cojín, pero si estuviera demasiado cómodo podría dormirme.

Gracias a la luz de la Luna, en cuarto menguante, puedo distinguir las hileras de verduras plantadas en camas de cultivo elevadas: puerros, nabos, zanahorias, remolachas, alcachofas de Jerusalén de más de dos metros de altura y plantas de calabaza y calabacín rebeldes que se extienden fuera de sus camas, con sus frutos hinchados casi listos para cosechar. Más allá está nuestro pequeño huerto de árboles frutales, con manzanas, peras, melocotones y nectarinas que cuelgan de las ramas. En abril y mayo trabajamos durante semanas polinizando a mano las flores. Mis tres nietos se subían como monos a las ramas para polinizar las flores más elevadas de los manzanos y los perales, procurando no romper ninguna rama ni ningún capullo. A diferencia de algunos árboles, los manzanos solo dan fruto si las flores reciben polen de una variedad de manzana diferente, por lo que tenemos que recoger cuidadosamente el polen de las flores de cada árbol, cepillando las anteras en un tarro de mermelada. Luego aplicamos el polen en las partes femeninas de un árbol de una variedad diferente. Utilizamos los viejos y hermosos pinceles de pelo de

marta que pertenecían a mi padre, con los que pintaba sus paisajes con acuarelas.

A medida que el año va avanzando, hacemos lo mismo para cada cultivo. Polinizamos cuidadosamente a mano las calabazas, los calabacines y las judías verdes. Con los calabacines es más fácil, ya que solo tienen unas pocas flores femeninas. En cambio, las judías verdes nos dan mucho más trabajo. Cada invierno dejamos algunas raíces de hortalizas en el suelo para que florezcan al año siguiente (zanahorias, puerros, nabos), luego las polinizamos a mano, las cosechamos y secamos las semillas para sembrarlas la siguiente primavera. Tenemos que ser muy organizados y eficientes, ya que, si no lo hacemos bien, podemos morir de hambre. Nos centramos principalmente en las frutas y verduras que podemos almacenar para comérnoslas en invierno y a principio de primavera, ya que esa es la época en la que pasamos más hambre. Las calabazas empiezan a pasarse a finales de enero, pero seguimos comiéndolas hasta que se convierten en papilla. Almacenamos las manzanas en la buhardilla, donde están a salvo de los ladrones. Allí se suelen quedar hasta finales de febrero, aunque cada año que pasa los inviernos son más cálidos, por lo que se conservan peor. En cualquier caso, últimamente no hemos tenido muchos años buenos para las manzanas, ya que no soportan muy bien el cálido clima del sur de Inglaterra. A las olivas, las almendras, las nectarinas y los higos les va mejor este nuevo clima, pero no tenemos muchos. Deberíamos haberlo planificado con más antelación y haber plantado más hace treinta años, por si el clima empeoraba.

Marzo y abril son los peores meses, cuando las cosechas del año anterior se han acabado y la mayoría de los cultivos primaverales todavía no han madurado. El brócoli púrpura es estupendo, ya que florece exactamente en esta época. Lo complementamos con plantas silvestres, entre ellas, brotes de ortiga, raíces de diente de león, miscantos, pamplinas y cualquier verdura vieja y pasada que quede en la despensa, y añadimos a las ensaladas hojas jóvenes de abedul y de tilo. Los niños se quejan, pero están mejor que la mayoría.

Ya estoy demasiado viejo para estas guardias nocturnas. Nací justo después del nuevo milenio y el año que viene cumplo ochenta años. Mis huesos cansados me duelen incluso cuando hace calor, y mucho más en los meses de invierno. Escucho un zumbido cuando un mosquito pasa cerca de mi oído y me doy un manotazo por si lo pillo. Son mucho más numerosos de lo que solían ser, uno de los pocos insectos que parecen estar prosperando, ya no hay murciélagos que se los coman. Hace décadas que no veo ninguno. Gracias a las lluvias torrenciales estivales, los mosquitos tienen toda el agua estancada que necesitan y el calor facilita que se multipliquen a gran velocidad. En la aldea hemos tenido recientemente algún caso de malaria. En Europa se está propagando hacia el norte. En Inglaterra reapareció en la década de 2060. Cada picadura podría ser fatal, ya que no tenemos acceso a los fármacos que podrían prevenir esa terrible enfermedad.

Mi padre solía recalcar lo irónico que era que hubieran desaparecido casi todas las criaturas útiles y hermosas, y que al mismo tiempo proliferaran las plagas. Cada verano las hay de moscas domésticas; antes se las comían las golondrinas o los vencejos, pero ya no quedan. Las babosas son más comunes que nunca, ya que los luciones, los erizos y los escarabajos que las mantenían a raya también han desaparecido. En verano, aparecen pulgones en nuestras hortalizas y en nuestros árboles frutales. En algunas ocasiones estropean todo nuestro cultivo de judías verdes y son los responsables de que caiga la fruta inmadura de los árboles. Cuando era más joven, las mariquitas, los sírfidos, los cantáridos y las tijeretas eliminaban estas plagas. Las criaturas que desaparecen primero son las que se encuentran en una posición más alta en la cadena alimentaria, ya que son más escasas y se reproducen más lentamente. Los tigres, los osos polares y las águilas arpía desaparecieron mucho antes que los venados, las focas y los monos de los que se alimentaban. Los áfidos, moscas blancas, babosas, mosquitos y moscas domésticas se reproducen a gran velocidad, por lo que pueden evolucionar rápidamente y desarrollar resistencia a los pesticidas o adaptarse a los cambios climáticos. Por desgracia, las abejas y las mariquitas no pudieron conseguirlo.

Consulto mi reloj una vez más. Tengo la impresión de que no pasa el tiempo. Mi hijo me relevará a las cuatro de la mañana, así que no me queda mucho.

He vivido una gran cantidad de cambios. Cuando era adolescente, tenía de todo. Todos teníamos de todo, al menos en el mundo occidental. Recuerdo los supermercados llenos de alimentos de toda clase: frutas exóticas como maracuyás, piñas, mangos y aguacates, incluso kumquats y lichis, traídas desde todos los rincones del mundo, disponibles en nuestras estanterías durante los doce meses del año. Ahora parece una locura. No lo valorábamos. La comida era tan barata que comprábamos más de la que necesitábamos y luego tirábamos lo que se enmohecía en la nevera. Se sacaban los envases de plástico de los contenedores de basura y se arrojaban en grandes agujeros excavados en el suelo, junto con montañas de pañales sucios y juguetes de plástico rotos. Pasará una eternidad y allí seguirán, pudriéndose. Echo mucho de menos las piñas, especialmente las procedentes de Brasil, que goteaban jugo azucarado cuando las cortabas, y, por supuesto, el chocolate. ¡Cómo añoro el chocolate! He intentado describirles a mis nietos su sabor, pero es imposible que lo entiendan. La gente comía tanto que hubo una epidemia de obesidad y una ola de diabetes autoinfligida en todo el mundo. Hoy en día hay poca gente obesa.

Necesito orinar, así que me levanto con dificultad de la silla y voy cojeando hasta el cubo de abono, mientras mis rodillas no dejan de crujir. Dejo el rifle al lado del cubo, una caja grande hecha de madera sin tratar y llena de hojas que hemos recogido, residuos de cocina, malas hierbas y cualquier otro material orgánico que encontramos, incluidas las heces de nuestro inodoro de compostaje y los excrementos de las gallinas que recogemos en su corral. Tenemos cerca de una docena de montones de abono repartidos por el jardín. Nuestra orina añade nutrientes, especialmente los preciados fosfatos. Además, acelera el proceso de compostaje. Cuando, en la década de 2040, colapsó la industria petroquímica, ya no se podían obtener fertilizantes artificiales baratos. Tuvimos que cambiar y fertilizar nuestros cultivos como se hacía tiempo atrás: recogiendo cuidadosamente toda la materia

orgánica posible, descomponiéndola y devolviendo los nutrientes al suelo. Todos aquellos agricultores cuyos suelos se agotaron dependían por completo de los productos químicos. Ahora ya no podían cultivar, así que abandonaron sus campos. En octubre, nos adentramos en un bosque cercano, o al menos en lo que queda de él, para recoger hojas. Nuestros robles autóctonos, que desde la última edad de hielo fueron los árboles más comunes en Gran Bretaña, no pudieron lidiar con el clima cambiante e impredecible. Muchos de ellos murieron en la sequía de 2042 y ahora casi no queda ninguno. Sus esqueletos en descomposición son una de las características más destacadas de nuestro paisaje. Por suerte para nosotros, el bosque que empieza a solo unos pocos cientos de metros del límite de nuestra casa también era el hogar de unos pocos castaños. Estos árboles han podido soportar mejor el nuevo clima. Sus frutos mejoran nuestra dieta y recogemos y compostamos las hojas para mejorar la calidad del suelo de nuestro jardín, continuando así el trabajo que empezó mi padre hace unos setenta años, cuando compró nuestra casa de campo. Él sabía lo valioso que era contar con un suelo sano, y añadió materia orgánica para que el suelo del huerto fuera más profundo, rico y negro. Si no lo hubiera hecho, ahora no podríamos alimentar a las doce personas que componen nuestra familia y que dependen por completo de esta hectárea de tierra.

Me vuelvo a sentar. Un susurro entre los setos rompe el silencio. Espero que sea un conejo. En la época de mi padre, de noche, muchos conejos visitaban nuestro jardín, pero ahora quedan pocos, ya que su carne es muy apreciada. También nos hemos comido casi todas las ardillas, e incluso las ratas. Levanto el rifle, e intento apuntar hacia el lugar del que procede el ruido, pero mis ojos ya no son lo que eran y no puedo localizarlo. No puedo permitirme fallar, ya que tan solo nos quedan unas pocas docenas de cartuchos y es muy difícil obtener más. Compré este rifle de calibre 22 cuando tenía treinta y pocos años, ya que la carne que se vendía en las tiendas empezaba a tener un precio exagerado. Con él cazaba cualquier cosa que pudiera ir a la cazuela, principalmente palomas y conejos, para completar nuestra dieta.

Lo he cuidado con mucho esmero, pues es una de nuestras posesiones más preciadas, aunque cuando nos quedemos sin cartuchos ya no nos servirá de nada, o, como mucho, únicamente como disuasión, y, sobre todo, espero que no sea una persona reptando entre los setos. El jardín está rodeado de setos densos de majuelos y mi padre lo cercó, además, con malla ovejera con alambre de espino en la parte superior; pero eso no impide que, algunas noches, los ladrones se abran paso, amparados por la oscuridad, y roben nuestros productos.

Hace tiempo, este fue un país rico, pero ahora la gente arriesga su vida por unas pocas patatas. Nadie vio las señales de alarma, pero las cosas empezaron a empeorar a gran velocidad en los años cuarenta. ¿Qué habíamos hecho mal? Nadie podía creer que una civilización global con un elevado nivel de conocimientos y tecnología pudiera colapsar. No debería sorprendernos, ya que otras civilizaciones pasadas siguieron el mismo destino. De hecho, todas han acabado colapsando. Durante el apogeo del imperio romano, nadie habría creído que su vasta y eficiente civilización pudiera ser destruida por las tribus del norte y que sus poderosas ciudades se convertirían en ruinas y caos. La historia nos demuestra que las grandes civilizaciones van y vienen: los imperios Han, Maurya, Gupta y mesopotámico eran muy complejos, avanzados y sofisticados para su época y, aun así, todos se derrumbaron. Mucha gente ni siquiera sabe que existieron.

Mucho, mucho tiempo antes de que yo naciera, en las décadas de 1960 y 1970, los científicos empezaron a decir que corríamos el peligro de alterar el clima. Estábamos contaminando nuestros suelos, ríos y mares y talábamos los hermosos bosques tropicales que antes rebosaban de vida. En 1992, 1.700 científicos de todo el mundo redactaron un documento que titularon «Advertencia a la humanidad». En su informe explicaban que los seres humanos se hallaban en un camino que los conducía al desastre, ya que erosionaban y degradaban los suelos, agotaban la capa de ozono, contaminaban el aire, talaban bosques tropicales, agotaban la pesca, creaban lluvia ácida y «zonas muertas» en los océanos, impulsaban la extinción de especies a un ritmo sin precedentes,

agotaban las reservas de agua dulce y, ya por entonces, empezaban a alterar el clima. Advirtieron, sin rodeos, de que: «Es necesario que se produzca un gran cambio en la forma en que gestionamos la Tierra y la vida que alberga si queremos evitar una inmensa desgracia para la humanidad». Debemos reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y abandonar por completo los combustibles fósiles, reducir la deforestación y detener la pérdida de biodiversidad.

Los gobiernos hicieron muy poco caso, y lo mismo ocurrió con el grueso de la humanidad. Veinticinco años después, en 2017, los científicos presentaron una segunda advertencia, en la que señalaban que la humanidad no había avanzado hacia la reducción del daño que la creciente población humana estaba infligiendo al planeta. En esta ocasión, el documento de advertencia fue firmado por más de veinte mil científicos, entre ellos mi padre. Tenemos una copia de su informe en algún lugar de la estantería. Aunque por entonces se solucionaron parcialmente los problemas del ozono y de la lluvia ácida, los científicos recordaban que el resto de los problemas se habían agravado y, además, en ese período de tiempo aparecieron otros nuevos. En este nuevo informe documentaron detalladamente la magnitud del empeoramiento de la crisis. En los veinticinco años que habían pasado desde el primer informe, la cantidad de agua dulce disponible por persona se redujo un 25 %; el número de «zonas muertas» oceánicas aumentó un 60 %; el número de vertebrados silvestres cayó otro 30 %; las emisiones de dióxido de carbono aumentaron un 60 %, pasando de 22 gigatoneladas por año a 36; el clima se había calentado medio grado centígrado; la población de ganado que emitía metano pasó de 3.200 millones a 3.900; y la población humana pasó de 5.500 millones a 7.500 millones. Otra de sus advertencias fue que el cambio climático podía convertirse en un proceso desbocado y que habíamos desencadenado la sexta extinción masiva de nuestro planeta, 65 millones de años después de que la quinta acabara con los dinosaurios. «Pronto —decía el informe— será demasiado tarde para corregir nuestra trayectoria descendente, y el tiempo se acaba. Tanto nosotros, en nuestra vida cotidiana, como nuestros

gobiernos debemos ser conscientes de que la Tierra, con toda la vida que alberga, es nuestro único hogar.» Nadie escuchó.

Ese mismo año, un grupo de entomólogos alemanes, a los que mi padre echó una mano, publicó datos que mostraban que la biomasa (peso total) de insectos de las reservas naturales alemanas capturados en trampas se había reducido un 76 % durante los veintisiete años anteriores a 2016. Los autores de este estudio avisaron de que, si no se detenía el declive de insectos, los ecosistemas empezarían a descomponerse, ya que estas criaturas desempeñan muchas funciones fundamentales. La advertencia podría haber pasado desapercibida, pero los medios de comunicación se hicieron eco de este estudio, por lo que recibió cobertura mundial. Por entonces yo era un adolescente y recuerdo a mi padre concediendo innumerables entrevistas telefónicas sobre el tema, tanto a periodistas de radio como de la prensa escrita, explicando pacientemente por qué la pérdida de insectos podría ser catastrófica para todos nosotros. A pesar de todo lo que se habló y de los ríos de tinta gastados, ningún político tomó medidas significativas para remediarlo. Nadie hizo nada.

¿Por qué no actuamos? Al parecer, los humanos no somos demasiado buenos formándonos una imagen general de las cosas. Aunque éramos conscientes de la existencia del cambio climático, las extinciones, la contaminación, la erosión del suelo, la deforestación, etc., fuimos incapaces de comprender lo devastadora que podría llegar a ser una combinación de todos esos factores. Tampoco los científicos que redactaron las dos advertencias a la humanidad lo llegaron a comprender del todo, ya que solían trabajar aislados de los demás, centrados en su propia disciplina. Los expertos en cambio climático advirtieron de las consecuencias derivadas de la alteración del clima, los biólogos hablaron de las derivadas de la pérdida de biodiversidad, los científicos especializados en temas relacionados con la pesca advirtieron de que nos estábamos quedando sin peces, los especialistas en ecotoxicología analizaron los problemas derivados del envenenamiento por metales pesados y de la contaminación por plásticos... Nadie entendió que todos estos procesos estaban

interrelacionados y que sus sinergias eran impredecibles.

Nuestro fracaso a la hora de evitar la crisis puede achacarse a un sistema que presionaba a nuestros políticos para que se centraran en las siguientes elecciones en lugar de diseñar planes a largo plazo. Muchos culparon al sistema capitalista. Su codicia permitió que grandes empresas multinacionales tuvieran más poder que los políticos e incluso que países enteros, por lo que pudieron moldear el mundo para maximizar sus beneficios sin tener en cuenta el coste humano o ambiental. Se apoyaron en nuestra fe en el crecimiento económico ilimitado, además de en dar por hecho que este estaba conectado íntimamente con el bienestar, de tal forma que la vida sería mucho mejor año tras año, como ocurría desde hacía mucho tiempo, siempre y cuando la economía siguiera creciendo. Creo que muchos pensaban que la tecnología resolvería nuestros problemas, que nuestro destino era surcar las galaxias como en las películas de ciencia ficción. Si agotábamos los recursos de la Tierra, lo único que teníamos que hacer era colonizar Marte. El hecho de que desde la década de 1960 no hubiéramos podido ir más allá de la Luna debería habernos hecho ver que el progreso en ese campo no era prometedor.

Aunque la mayoría de los científicos nos advirtieron del peligro que corríamos, algunos intentaron arreglar nuestro clima mediante la geoingeniería, llenando la atmósfera de productos químicos con los que pretendían reflejar la luz solar y fomentar la formación de nubes. Resultó que el clima era demasiado complejo para ser controlado mediante esos métodos y lo único que consiguieron fue agravar nuestros problemas de contaminación y que el clima fuese más impredecible de lo que ya era. Se diseñaron máquinas para reducir la cantidad de dióxido de carbono presente en el aire, pero, dada la magnitud del problema, las cantidades que lograban extraer eran insuficientes. Se ignoraron las opciones más obvias que requerían menos tecnología (plantar árboles y cuidar la salud del suelo), al mismo tiempo que se continuaban talando los bosques, con la ayuda inestimable del cambio climático y el aumento de la frecuencia de los incendios forestales. Mi padre me contó que, en la década de 2020, quedaban muy pocas abejas y los

científicos intentaron reemplazarlas con pequeños robots voladores cuya misión era polinizar los cultivos, pero eran demasiado caros y torpes en comparación con las reales y finalmente desestimaron el proyecto. También intentaron modificar genéticamente las abejas melíferas para que fueran resistentes a los pesticidas, pero, por culpa de un efecto secundario imprevisto, estas «superabejas» eran menos resistentes a las enfermedades. No duraron mucho.

A principios de la década de 2020, por culpa de la pandemia de coronavirus COVID-19, quebraron muchas economías y murieron demasiadas personas. Fue consecuencia del comercio de animales salvajes. En algunas culturas era una práctica aceptada comérselos o utilizarlos para crear supuestos remedios médicos, pero acabaron poniendo en contacto a los humanos con nuevas enfermedades. A medida que avanzaba la década, el cambio climático empezó a hacerse notar con una furia que, a pesar de haber sido predicha, fue ignorada por completo. Los huracanes golpearon repetidamente la costa este de Estados Unidos y el Caribe, mientras que los incendios forestales arrasaron una gran parte de Australia, California y el Mediterráneo. Incluso empezaron a arder los bosques escandinavos. Los estratos de turba de la región subártica se quemaron lentamente, arrojando más gases de efecto invernadero a la atmósfera. Cada año morían millones de personas por culpa del esmog producido por estos incendios, que se sumaba a la contaminación procedente de las fábricas y los vehículos. Las condiciones en las que vivían los refugiados climáticos, hacinados en alojamientos temporales, eran el caldo de cultivo ideal para que aparecieran brotes de distintas enfermedades.

Al llegar la década de 2030 ya era demasiado tarde. El inevitable aumento del nivel de los océanos, agravado por las lluvias torrenciales y las tormentas, empezó a romper las defensas contra las inundaciones. Estas paralizaron muchas de las principales ciudades del mundo: Londres, Yakarta, Shanghái, Bombay, Nueva York, Osaka, Río de Janeiro y Miami, entre otras, sucumbieron ante el avance de las aguas. Debilitadas por las epidemias y enfermedades, las economías fueron incapaces de lidiar con el coste cada vez más elevado de las nuevas defensas

contra las inundaciones. Muchas eran de hormigón, la fabricación del cual también liberaba más dióxido de carbono. Las compañías de seguros quebraron por la magnitud de los desastres y las coberturas de la propiedad se convirtieron en una cosa del pasado. Regiones enteras quedaron sumergidas bajo el agua, entre ellas, zonas extensas de Bangladesh, las Maldivas, la mayor parte de Florida y las marismas de Inglaterra.

Por culpa de lo que los científicos llaman «ciclos de retroalimentación positiva», hiciéramos lo que hiciéramos ya no podíamos detener el cambio climático. La disminución de la capa de hielo de los polos redujo la reflexión de la energía solar, lo que provocó un mayor calentamiento que provocó que más hielo se derritiera y... vuelta a empezar. La descongelación del permafrost ártico liberó enormes cantidades de metano atrapado en el suelo. El metano es un gas cuyo efecto invernadero es muy superior al del dióxido de carbono. El cambio de los patrones climáticos redujo las precipitaciones que caían en el Amazonas, por lo que las pluviselvas que quedaban en esa región se marchitaron y murieron, destruyendo un ecosistema de 55 millones de años de antigüedad; el más rico de la Tierra. Cuando los delgados suelos que los bosques mantenían compactos empezaron a disgregarse y convertirse en polvo, liberaron más gases de efecto invernadero.

Lo que más nos afectó fue que empezó a no haber alimento suficiente para todo el mundo. En la década de 2040 se encadenaron varios episodios de sequías en el cinturón del trigo de Norteamérica, que redujeron drásticamente la disponibilidad de este cultivo tan esencial. Mientras tanto, en África, el Sáhara avanzaba hacia el sur, expulsando a innumerables agricultores de sus tierras, ya estériles. Había pocos lugares a los que ir. Las temperaturas en el África ecuatorial eran tan altas que los humanos no las pudieron soportar. Al mismo tiempo, el rendimiento de los cultivos polinizados por insectos, entre ellos, las almendras, los tomates, las frambuesas, el café y el chocolate, empezó a caer a medida que ocurría lo mismo con el número de insectos polinizadores en todo el mundo. Las plagas se volvieron resistentes a los pesticidas con los que las bombardearon durante décadas,

puesto que las temperaturas cada vez más altas les permitían reproducirse más rápidamente. Los enemigos naturales de las plagas de insectos, depredadores como las mariquitas, los sírfidos, los neurópteros y los escarabajos carábidos, desaparecieron mucho tiempo antes. Los pastos se empezaron a asfixiar por la acumulación de excrementos de animales. Los escarabajos peloteros y las moscas que se alimentaban de estiércol empezaron a escasear, incapaces de lidiar con los fármacos y pesticidas que se administraban al ganado y que acababan entre sus heces. Sin insectos que transformaran el estiércol, la hierba tenía menos tierra en la que crecer, y las infecciones de gusanos intestinales que se transmitían a través de los huevos depositados en las heces se agravaron.

Como si todo esto no fuera suficiente, el suelo de muchos campos agrícolas era cada vez más fino y menos fértil. Tras cien años soportando una agricultura intensiva, el suelo se había disgregado u oxidado. Los que quedaban estaban siempre contaminados, sin lombrices ni las otras pequeñas criaturas que antes ayudaban a mantenerlos sanos. En las regiones más cálidas y áridas del mundo, como el Valle Central de California, se secaron los pozos que durante décadas se habían utilizado para bombear el agua de los acuíferos con la que irrigaban los cultivos, mientras que los principales ríos dejaron de fluir en verano por culpa de la sobreexplotación.

En los mares tropicales, los arrecifes de coral demostraron ser muy sensibles al ascenso de la temperatura. Se blanquearon y murieron. Antes de que yo naciera, mis padres aprendieron a bucear en la Gran Barrera de Coral, frente a las costas de Australia, y solían describirme la asombrosa variedad de coloridas criaturas que allí vieron. En solo un año, 2016, cuando yo tenía quince años, la mitad de la Gran Barrera de Coral murió. En 2035, casi todos los arrecifes de coral del mundo habían seguido el mismo destino. Se perdieron así las principales zonas de desove y cría de muchos peces que antes se capturaban como alimento. En las aguas más frías, la cada vez más desesperada búsqueda de peces provocó que las flotas de arrastreros industriales desobedecieran las directrices

de los gobiernos respecto a la limitación de sus capturas y diezmaran las poblaciones que quedaban. Hacia 2050, en los mares apenas había vida, aparte de los bancos de medusas no comestibles que proliferaron cuando desaparecieron los peces.

Probablemente, si los gobiernos hubieran hecho caso de las evidencias y trabajado juntos, nuestra civilización no habría pasado el punto de no retorno allá por el año 2035. Por desgracia, en el momento en que era necesario que la humanidad utilizara su experiencia y sus recursos para superar el reto más difícil al que se había enfrentado jamás, le dio la espalda a la razón. Los precios de los alimentos aumentaron, la calidad de vida disminuyó, creció el desempleo y las continuas mareas de refugiados que no dejaban de llegar a los países desarrollados provocaron disturbios callejeros, protestas y la llegada al poder de políticos extremistas. Se deshicieron todas las alianzas internacionales y se optó por políticas aislacionistas y nacionalistas. Los países pusieron sus propios intereses por delante de los de la humanidad y de los de aquellos con los que compartíamos el planeta. Los acuerdos sobre cuotas pesqueras y la lucha contra el cambio climático se rompieron y se retiraron todas las ayudas internacionales. Los científicos fueron ridiculizados, se desconfió tanto de ellos como de sus pruebas desechadas. La verdad pertenecía a aquellos que gritaban más fuerte o tenían el dinero para comprarla. Algunos decían que nació el mundo de la posverdad, cualquiera que fuera su significado. La palabra se hizo tan popular que, en 2016, el *Oxford English Dictionary* la catalogó como «palabra del año».

El impacto del colapso ambiental fue más rápido en los países subdesarrollados. Las inundaciones, los incendios y las hambrunas dejaron a más de mil millones de personas en la indigencia, sin hogar y desesperados. Millones murieron de hambre, una cantidad inimaginable hasta entonces. Otros optaron por huir, creando migraciones en masa hacia las zonas más frías del norte y del sur. Estallaron guerras civiles y conflictos internacionales, basados muchas veces en cuestiones étnicas y religiosas, ya que la gente buscaba a alguien a quien culpar de su sufrimiento. Por esa razón se adoptaban doctrinas cada vez más extremas y xenófobas.

En los países más poblados del mundo desarrollado, hacía mucho tiempo que dependíamos de las importaciones de alimentos. En 2018, el Reino Unido cultivaba aproximadamente la mitad de los alimentos que necesitaba su población. En 2040, vivían en esta isla abarrotada ochenta millones de personas. Fue necesario utilizar tierras de cultivo para construir viviendas, y dado que el rendimiento de los cultivos que quedaban era cada vez menor, ya importábamos el 60 % de los alimentos. Incluso después de que las hambrunas empezaran a devastar muchos países subdesarrollados, seguimos importando sus alimentos, pues éramos ricos y nos lo podíamos permitir, mientras que ellos no. A medida que pasaba el tiempo, la producción de alimentos a nivel mundial se desplomaba, por lo que cada vez era más difícil comprarlos por mucho dinero que tuviéramos. Las estanterías de los supermercados se empezaron a vaciar, y las familias acumularon lo que pudieron. Los enormes campos de refugiados situados a las afueras de Dover, en Inglaterra, y en casi todos los puertos mediterráneos, se convirtieron en una fuente de resentimiento. Muchos se preguntaban por qué tenían que alimentar a toda esa gente mientras ellos mismos pasaban hambre.

La extrema desigualdad de los primeros años del siglo XXI también originó una enorme animadversión. Los pobres empezaban a pasar hambre y el número de personas sin hogar no dejaba de crecer, pero los ricos aún podían vivir con gran comodidad. Sin embargo, al final, la fuente de su riqueza se esfumó. Mientras el nivel del mar subía y las abejas desaparecían, los precios de las acciones cayeron, los grandes fondos de inversión quebraron y los bancos colapsaron. Por culpa de la hiperinflación, el dinero dejó de tener valor y todos pasamos a ser pobres. Se nos había olvidado que la base de nuestra civilización y del crecimiento económico que tanto preocupaba a nuestros políticos era contar con un medioambiente sano. Sin abejas, suelo, escarabajos peloteros, gusanos, agua y aire limpios no se pueden cultivar alimentos y, sin estos, la economía carece de significado.

Nuestra civilización no se derrumbó de forma repentina. Más bien fue un desmoronamiento lento que duró décadas. Durante

mucho tiempo, no entendimos realmente lo que estaba pasando. Creíamos que el progreso volvería pronto. Durante ciento sesenta años, la esperanza de vida en el Reino Unido no dejó de subir, pasando de ser tan solo de unos cuarenta años en 1850 a superar los ochenta en 2011. Pero ahí se detuvo. Por primera vez desde que se tenían registros, la esperanza de vida empezó a bajar suavemente. Primero descendió en los sectores más desfavorecidos de la sociedad, pero cuando eso ocurrió casi nadie le dio importancia. A partir de entonces, disminuyó de forma general durante las siguientes décadas, a medida que el nivel de vida decaía y nuestro servicio de salud también iba colapsando silenciosamente. Los hospitales se vieron superados por la carga que suponía el envejecimiento de la población, la epidemia de obesidad de la década de 2020, las enfermedades crónicas relacionadas, como la diabetes, y los repetidos brotes de bacterias resistentes a los antibióticos producidos en la década de 2030. En la de 2040, las escuelas, los hospitales y las carreteras empezaron a deteriorarse. Los policías, las enfermeras y los profesores no siempre recibían su salario, y, cuando cobraban, no les bastaba para alimentar a sus familias. Después de mil años en los que no dejamos de urbanizar el territorio, de repente, la gente empezó a abandonar las ciudades, ya fuera por culpa de las inundaciones o porque no había suficiente comida en ellas. La ley y el orden dejaron de aplicarse y comenzaron los saqueos, pues la gente rebuscaba o robaba lo que podía. Hambrientos, los refugiados salieron de sus campamentos, añadiéndose al caos. El suministro eléctrico empezó a fallar. Los cortes de energía duraban horas, luego días y, finalmente, la luz ya no volvió. Fue un año duro, ya que nuestro congelador, lleno de comida, dejó de funcionar.

El suministro de agua duró algo más, pero no mucho. Sin electricidad que alimentara las estaciones de bombeo, supongo que solo era cuestión de tiempo que el agua dejara de correr. El arroyo más cercano se encuentra a poco menos de un kilómetro de nuestra casa y, en cualquier caso, está muy contaminado, por lo que mis hermanos y yo cavamos un pozo para intentar encontrar agua más limpia. Tuvimos que llegar a una profundidad de cinco metros,

atravesando la dura capa de arcilla wealdense para llegar a la de arenisca situada debajo, donde se encontraba agua. Fue un trabajo agotador y peligroso, ya que no sabíamos lo que estábamos haciendo y no teníamos ladrillos para apuntalar las paredes. Regar nuestras verduras durante las largas sequías estivales es una tarea interminable. En algunas ocasiones, les cuento a mis nietos cómo lo hacíamos antes. Teníamos mangueras con las que podíamos llevar el agua a cualquier parte del jardín y aspersores que, cuando los encendíamos, regaban las plantas ellos solos.

Y así he llegado hasta aquí, vigilando en la oscuridad con la esperanza de no tener que amenazar con disparar a alguien. No lo hemos hecho tan mal. Tuvimos suerte, porque vivimos en una zona bastante tranquila y tenemos un poco de tierra en la que cultivar nuestros alimentos. Un área lo suficientemente pequeña para que sea fácil de defender, y lo suficientemente grande para que pueda alimentar a las tres generaciones de mi familia que vivimos aquí, apiñados ahora en nuestra casa de campo. En los últimos años, las cosas han empezado a ser más fáciles. En 2050, la población de la Tierra era de unos diez mil millones, pero hoy, en 2080, debe de haber bastantes menos, aunque nadie los ha contado. Murieron miles de millones, la mayoría de ellos a causa de las hambrunas, que se agravaron por culpa de las epidemias de cólera y de fiebre tifoidea, la propagación de bacterias resistentes a los antibióticos, la malaria y las guerras genocidas. Resulta difícil saber qué está pasando en el resto del mundo, pero en los últimos años hemos tenido menos intrusos. La gente desesperada y hambrienta que antes deambulaba por el campo, rebuscando cualquier cosa que pudiera comerse, ya ha desaparecido. Seguramente habrán muerto.

Mi viejo corazón se acelera cuando veo que algo se mueve entre los setos, pero luego me calmo cuando me doy cuenta de que la silueta es demasiado pequeña para ser una persona. ¿Qué es? Algo pequeño y oscuro sale del seto y se interna en la hierba. No, no puede ser.

Me cuesta creerlo. Es un erizo. Sonrío tontamente en la oscuridad. No había visto uno desde que era adolescente. Pensé

que habían desaparecido hacía mucho tiempo, pero no, aquí hay uno, desplazándose torpemente a través de la maleza en busca de babosas. Puede que sea una señal de que el mundo se está recuperando lentamente. Me he dado cuenta de que, últimamente, los arroyos parecen más limpios, ya no hay pesticidas ni fertilizantes químicos ni fábricas que emitan gases. Este año le pude enseñar a mi nieta, por primera vez, una mariposa pavo real. Hacía años que no veía mariposas de ninguna clase; ya ha pasado mucho tiempo desde que desaparecieron los tigres, los rinocerontes, los osos panda, los gorilas y los elefantes. Ahora no son más que bestias míticas, criaturas que solo aparecen en los cuentos y que jamás podrá ver en vivo. Pero, tal vez, con el tiempo, viva lo suficiente para presenciar el regreso de las abejas.

La cigarra periódica

Las cigarras son parientes gigantes y algo feos de los áfidos, con ojos bastante separados y protuberantes y grandes alas membranosas. En los climas cálidos, es fácil verlas posadas sobre troncos de árboles. Su cuerpo robusto, de más o menos dos centímetros y medio de longitud, y más del doble en algunas especies tropicales, contiene una cámara de resonancia hueca. Gracias a ella, los machos producen el ruido más fuerte emitido por cualquier insecto, un sonido repetitivo de hasta 110 decibelios que se puede oír a más de 1 kilómetro de distancia, y cuyo propósito es atraer a las parejas potenciales. Existen muchas especies de cigarras, pero en el este de Norteamérica se pueden encontrar algunas que se conocen como cigarras periódicas. Estas criaturas han adoptado un ciclo de vida muy largo, ya que los adultos solo aparecen cada trece o diecisiete años, dependiendo de la especie. Su descendencia vive bajo tierra como ninfas marrones poco atractivas que chupan la savia de las raíces de los árboles y crecen muy lentamente. De alguna manera, llevan la cuenta de los años mientras están en completa oscuridad. Emergen todas a la vez, en sincronía, con una diferencia de unos pocos días. Pueden surgir más de un millón de individuos en una sola hectárea, en ocasiones en jardines situados a las afueras de las ciudades, creando un espantoso estruendo que en algunas ocasiones acaba ocasionando la evacuación de los residentes humanos de la zona. Los adultos viven solo unas pocas semanas, por lo que pronto se acaba el espectáculo, que regresará al cabo de otros trece o diecisiete años. Los científicos creen que este ciclo de vida largo y sincronizado es una forma inusual de escapar de los depredadores; la seguridad la dan los números. Las aves insectívoras se comen unas cuantas, pero hay tantos individuos que la mayoría sobreviven. Las poblaciones de aves que se alimentan de cigarras no pueden aumentar, ya que su próximo festín será dentro de trece o diecisiete años.

Quinta parte
¿Qué podemos hacer?

Aún no es demasiado tarde. Hasta ahora, se ha extinguido una pequeña proporción de insectos y otras especies silvestres. Está claro que se perderán más, ya que cada día se extingue alguna, pero igual que podríamos pararle los pies a ese monstruo que es el cambio climático en unas pocas décadas si tomáramos las medidas necesarias, también podríamos detener, y tal vez incluso empezar a revertir, la pérdida de biodiversidad. Se podría salvar una gran parte de la asombrosa vida salvaje con la que compartimos el planeta, por su propio bien y para que nuestros descendientes puedan disfrutar de ella. Los insectos, en particular, pueden reproducirse relativamente rápido, en comparación con los tigres o los rinocerontes, y si tan solo les dejáramos vivir en paz y aliviásemos algunas de las muchas presiones que ejercemos sobre ellos, podrían recuperarse rápidamente. Dado que los insectos están situados

cerca de la base de la mayoría de las cadenas alimentarias, su recuperación es un prerrequisito para la recuperación de poblaciones de aves, murciélagos, reptiles, anfibios, etc. Podemos conseguir que nuestro futuro sea brillante, verde y sostenible. Un futuro en el que compartamos nuestro planeta con muchos otros organismos, grandes y pequeños.

El primer paso, y puede que el más difícil de todos, para conseguir un futuro como ese es implicar a toda la población. Hay que hacer ver a todo el mundo, de una u otra forma, que los insectos son importantes y necesitan nuestra ayuda. Nadie hará nada para ayudarlos a menos que entiendan que su propio futuro depende de ellos. Cuando todos hayan subido a bordo, el resto debería ser fácil...

17

Concienciación

Para detener y revertir el declive de los insectos, o para abordar cualquiera de las otras grandes amenazas medioambientales a las que nos enfrentamos, todos tendremos que colaborar, desde el público en general hasta los agricultores, los comerciantes de alimentos y otros empresarios, las autoridades locales, los legisladores y los responsables políticos. En otras palabras, todos nos tendremos que implicar. Los efectos combinados de todas nuestras acciones dañinas nos han metido en este embrollo, y para salir de él será necesario el esfuerzo conjunto de todos nosotros. El diseño del plan a seguir supone un enorme desafío ya que, en la actualidad, tengo la impresión de que gran parte de la población no está muy comprometida con los temas ambientales. Vivo en Gran Bretaña, y ni en las últimas elecciones ni en los debates sobre el Brexit se ha hablado sobre medioambiente,[1]a pesar de las pruebas convincentes que demuestran que muchos de los mayores desafíos que afronta la humanidad en el siglo XXI están relacionados con la insostenible sobreexplotación de los recursos finitos de nuestro planeta. La inminente escasez de agua, la erosión del suelo, la contaminación y la crisis de biodiversidad deberían ser temas de los que se hable en todas partes, ya que tendrán un impacto profundo en la economía y en nuestra salud, pero son sistemáticamente ignorados por la mayoría. Como si fuéramos avestruces, estamos enterrando la cabeza en la arena.

No somos conscientes de la terrible situación en la que se encuentra la naturaleza. Una prueba de ello es que todavía se

considera un pasatiempo perfectamente normal y aceptable matar animales por diversión. Cada año, y solo en el Reino Unido, se crían y liberan 35 millones de faisanes para que un reducido número de personas puedan disfrutar acribillando a estos ingenuos y dóciles animales.[2]Somos muchos (y pronto seremos más) los que creemos que es inaceptable seguir matando animales por diversión. Necesitamos convencer de alguna manera a todo el mundo de lo fundamental que es tratar nuestro medioambiente con respeto y que hay que enseñar a los niños que ensuciar, matar o contaminar no son acciones socialmente aceptables. ¿Cómo podemos conseguirlo cuando las personas supuestamente adultas y buenas matan faisanes y urogallos solo para entretenerse el fin de semana?

Por supuesto, no soy el único que se siente frustrado. En 2017, más de veinte mil científicos preocupados (entre los que estaba yo) de 184 países diferentes firmamos la «Advertencia de la comunidad científica mundial a la humanidad: segundo aviso». Es bastante dura. Dice, entre otras cosas, que «la trayectoria actual que sigue el cambio climático es especialmente preocupante y potencialmente catastrófica. Hemos puesto en marcha un episodio de extinción en masa, el sexto que se produce en aproximadamente 540 millones de años. Muchas formas de vida actuales podrían ser aniquiladas o, al menos, verse abocadas a la extinción a finales de siglo». La mayoría de los científicos son criaturas moderadas. El hecho de que veinte mil firmásemos esta declaración demuestra a todo el mundo que este tema merece recibir la atención de toda la humanidad. A pesar de eso, casi nadie hizo caso. Por otro lado, el hecho de que exista el movimiento Extinction Rebellion es una señal clara de que algunas personas, muchas de ellas jóvenes, son conscientes de que les están robando su futuro. Se sienten frustrados y enfadados porque saben que el tiempo se está acabando y si esperamos a que jóvenes como Greta Thunberg sean lo suficientemente mayores para ocupar puestos con influencia política, ya será demasiado tarde; ya se ha reconocido la existencia de un nuevo trastorno psicológico llamado «ecoansiedad», que afecta a un número cada vez mayor de personas que se preocupan por la crisis ambiental. Tal como lo expresó Greta Thunberg hace

poco, «los adultos siguen diciendo que debemos darles esperanza a los jóvenes. Pero yo no quiero que tengáis esperanza, quiero que sintáis pánico».

Y mientras tanto, la inmensa mayoría no presta la más mínima atención y sigue su vida como si nada sucediera. Supongo que en el día a día, más del 90 % de la población mundial no piensa en ningún momento en temas ambientales. Nos preocupa pagar las facturas, la educación de nuestros hijos, cómo cuidar de nuestros padres ancianos o en qué posición quedará nuestro equipo favorito esta temporada. Todas estas preocupaciones son comprensibles e inmediatas y mucho más tangibles que las amenazas, aparentemente vagas y lejanas, del deshielo de la Antártida o de la pérdida de cosechas en todo el mundo porque los ciclos de nutrientes no se completan o porque el suelo se erosiona, el clima cambia y el número de polinizadores se reduce año tras año. Incluso aquellos de nosotros que nos preocupamos por el medioambiente seguimos conduciendo nuestro coche cuando deberíamos ir en bicicleta, o caemos en la tentación de regalarle a nuestra familia unas vacaciones invernales en algún sitio con mejor temperatura. La mayoría de nosotros sabemos que no deberíamos volar ni ir en coche con demasiada frecuencia, pero la tentación de sentir el sol en invierno o de ir al trabajo o a comprar cómodamente en coche es demasiado fuerte para resistirse. Cuando compramos, sabemos que deberíamos optar por la carne de pollo ecológico y de corral a pesar de su precio. Pero el pollo criado en fábricas es mucho más barato, así que nos centramos únicamente en el dinero y hacemos la vista gorda a los costes medioambientales y al bienestar de los animales. Si podemos elegir, demostramos ser, mayoritariamente, criaturas perezosas y egocéntricas. Muchas personas siguen tirando la basura desde la ventanilla de su coche mientras conducen, razón por la cual las cunetas de las carreteras más concurridas siempre están llenas de plásticos, solo porque esos viajeros no se pueden molestar en tirarla en un contenedor al final de su viaje. Incluso estas personas, a quienes alegremente alquitranaría y emplumaría, deben haber oído hablar de los problemas ambientales, pero lo más seguro es

que les dé igual que sus hijos puedan vivir un día en un mundo lleno de basura plástica.

Lo más seguro es que de esas personas no se pueda conseguir nada. Tampoco hay esperanza alguna con aquellos que siguen negando que el cambio climático es antropogénico, pero la inmensa mayoría (espero) es decente, aunque no entienda del todo la gravedad de la situación. Puede que reciclen sus desperdicios o que estén pensando en comprar un coche híbrido la próxima vez que tengan que cambiar de vehículo, pero, por lo demás, su vida continúa con normalidad y asumen que siempre será así.

El desafío fundamental es encontrar la forma de despertar la conciencia de esta gran mayoría de la población, personas para quienes las cuestiones medioambientales parecen poco importantes en comparación con los problemas más inmediatos que les plantea su vida. Llevo años intentando averiguar cuál es la mejor forma de hacerlo y aún no he encontrado una solución que sea completamente satisfactoria. A lo largo de mi carrera he escrito muchos artículos científicos sobre las abejas y la causa de su declive, pero hace tiempo que me quedó claro que solo con eso no conseguiría mucho, ya que ese tipo de artículos solo los suelen leer un puñado de académicos. Así que empecé a escribir libros de divulgación científica sobre las abejas, y sobre los insectos en general, para intentar llegar a un público más amplio y, en el mejor de los casos, atraer a algunos de los no creyentes. Ha sido una tarea enormemente satisfactoria, pero a la vez algo frustrante, ya que la mayoría de los que compran mis libros ya estaban preocupados por el medioambiente. Pero, de vez en cuando, alguien a quien no le interesen las abejas puede coger un ejemplar por casualidad y, de repente, sentirse atrapado por el tema, aunque imagino que eso es algo bastante inusual. También doy charlas públicas siempre que me invitan, unas cuarenta al año, a toda clase de grupos, incluidas asociaciones de apicultores, asociaciones protectoras de la naturaleza, grupos de jardinería y la Universidad de la Tercera Edad (U3A), además de en ferias de libros y de ciencia, pero casi todos los que acuden ya estaban interesados en los insectos o en el medioambiente. Escribo artículos para revistas,

publico entradas en redes sociales, concedo entrevistas ocasionales en la radio y la televisión, etc., pero me suelo sentir como si estuviera atrapado en una burbuja, predicando a los convertidos y sin poder llegar a los que están fuera.

¿Cómo podemos romper esta burbuja? Utilizo el plural ya que es muy probable que usted haya escogido este libro porque está interesado, al menos un poco, en comprender y combatir la crisis medioambiental que se avecina, y ya que ha leído hasta aquí, doy por hecho que es un compañero de la causa.

Puede que tengamos que reconsiderar nuestro objetivo teniendo en cuenta la demografía. ¿Quién tiene más poder para cambiar las cosas? En el primer puesto deberían estar los políticos, ya que un gobierno auténticamente ecologista podría, con tan solo un poco de perspicacia, introducir cambios profundos. Los gobiernos locales tienen menos poder, pero aun así podrían hacer grandes cosas si les preocupara este tema. Por desgracia, soy escéptico cuando se trata de influir en nuestros políticos actuales. No hace mucho, me invitaron a dar una charla en Westminster sobre la importancia de las abejas. El evento fue organizado por 38 Degrees, una organización británica de activismo político sin ánimo de lucro. Me aseguraron que ochenta miembros del Parlamento británico habían prometido acudir. Estaba entusiasmado ante la que parecía ser una gran oportunidad para convencer a los responsables políticos. Pero fue decepcionante. A mi presentación de veinte minutos acudieron una docena de miembros del personal subalterno y uno o dos diputados. El resto vinieron, hicieron cola ruidosamente para hacerse una foto delante de un gran póster de una abeja y se marcharon sin prestar la más mínima atención al tipo que estaba en la sala divagando sobre insectos. ¿Cómo podemos convencer a personas tan superficiales, que no se molestan en dedicar veinte minutos de su tiempo a aprender un poco más sobre el tema, de que el medioambiente debe ser su máxima prioridad? En el Reino Unido, la solución obvia es votar al Partido Verde, aunque con nuestro sistema electoral por escrutinio mayoritario uninominal puede parecer una inutilidad. Pero si el Partido Verde obtuviera muchos votos,

entonces los partidos más grandes tomarían nota y adoptarían políticas ecológicas para intentar apropiárselos. Por supuesto, esta estrategia solo sería efectiva si hubiera muchos ecologistas, algo que no ocurre en la actualidad, lo que nos lleva de nuevo a centrarnos en el desafío principal.

Las recogidas de firmas han demostrado ser una forma tremendamente popular de intentar influir en la política. En el Reino Unido, el gobierno tiene su propia página web dedicada a las peticiones y se compromete a responder por escrito a todas aquellas que estén acompañadas por, al menos, diez mil firmas, y a celebrar un debate sobre ellas en el Parlamento si alcanzan las cien mil. Las redes sociales están inundadas de recogidas de firmas, que rebotan en las cámaras de eco de Twitter, Instagram y Facebook. Admito con gusto haber promovido muchas de estas campañas a lo largo de los años, aunque ahora ya no tengo ganas de hacerlo. Dudo de su efectividad. Las respuestas por escrito que envía el gobierno después de recibir una petición con diez mil firmas suelen ser anodinas, llenas de tópicos y sin ninguna propuesta significativa. Si la petición alcanza las cien mil firmas, los firmantes creen haber logrado una gran victoria, pero al debate subsiguiente suelen acudir tan solo una docena de políticos mal informados que se reúnen en una sala trasera del Parlamento para cotorrear durante un par de horas antes de salir a tomar un *gin-tonic*. En una ocasión, presencié uno de esos debates sobre los riesgos medioambientales asociados a los neonicotinoides (si tiene insomnio, lo puede ver en el canal parlamentario). Fue una experiencia muy poco edificante, ya que desde el principio quedó muy claro que ninguno de los participantes en el debate sabía demasiado del tema, ya que es complejo y técnico, y, en cualquier caso, no tenían la potestad de tomar ninguna decisión política. No estoy diciendo que las peticiones sean una pérdida de tiempo (de hecho, les dedican muy poco), pero no espere mucho. Se corre el peligro de que las personas crean que ya se ha hecho el trabajo solo porque su petición ha conseguido un cierto número de firmas. No salvaremos el planeta firmando peticiones, no importa cuántas apoyemos. Son poco más que una distracción.

Si ahora se siente algo desanimado, permítame que le proporcione algo de esperanza. El siguiente es un ejemplo alentador de una petición que provocó un cambio. En enero y febrero de 2019, alentados por el estudio Krefeld que dio a conocer el declive masivo que sufrían los insectos en Alemania, el pueblo del estado de Baviera firmó masivamente una petición. El texto, que ocupaba cuatro páginas, demandaba cambios muy concretos en las leyes que protegían la naturaleza en el estado para así poder modificar la agricultura de la región y crear una red de hábitats favorables para los insectos. Las propuestas eran radicales. Pedían que la agricultura ecológica supusiera un 30 % del total, que el 13 % del estado se reservara para la naturaleza, que se establecieran franjas de protección de cinco metros de ancho alrededor de los arroyos, que se protegieran legalmente todos los setos vivos y árboles, y mucho más. A diferencia de las peticiones que se realizan en el Reino Unido, que se pueden firmar online desde la comodidad del sofá de casa, la alemana requería que se firmara presencialmente. La gente hizo cola en el frío clima invernal, esperando a veces durante horas a que llegase su turno. Algunas de esas personas iban vestidas de abeja, lo que seguramente les hizo pasar menos frío. Firmaron casi dos millones de personas, mucho más del 10 % de los votantes registrados en el estado, que es el porcentaje exigido para que la petición llegue al Parlamento regional.

El partido que gobierna en Baviera es la Unión Social Cristiana, un partido de derechas, tradicional y conservador que no ha hecho mucho en materia de medioambiente. Con el apoyo de los agricultores, intentaron suavizar las propuestas, pero el movimiento popular mantuvo la presión y el 3 de abril se aprobó el proyecto de ley. Cuando se dio cuenta de que la mejor estrategia era respaldar esa ley, el líder de la Unión Social Cristiana, Markus Söder, declaró que era «la ley de protección de la naturaleza de mayor envergadura de toda Europa». Anunció que se crearían 100 nuevos puestos de trabajo para aplicar las nuevas leyes y que contarían con una financiación de entre 50 y 75 millones de euros. Es curioso que Josef Göppel, uno de los políticos del partido

gobernante más concienciado con el tema medioambiental, dijera lo siguiente: «Deberíamos darnos cuenta de que ser conservador implica conservar la diversidad de la vida». Vivo con la esperanza de que los políticos conservadores de otros lugares lleguen a pensar de la misma forma.

Lo acontecido en Baviera impulsó al gobierno nacional a actuar. La ministra de medioambiente, Svenja Schulze, anunció en febrero de 2019 que se dedicaría un presupuesto anual de 100 millones de euros a la protección de los insectos, una cuarta parte del cual se dedicaría a la investigación sobre su declive. Entre sus planes también estaba prohibir a nivel nacional el glifosato (el ahora famoso herbicida que conocimos en el capítulo 8, que se ha relacionado tanto con la salud de las abejas como con un incremento del riesgo de padecer cáncer en las personas). Mientras tanto, otros tres estados alemanes, Brandemburgo, Baden-Wurttemberg y Renania del Norte-Westfalia, están planeando organizar sus propios referéndums sobre las medidas a adoptar para conservar la biodiversidad. Los políticos alemanes están presionando para que se dedique una gran parte de las enormes subvenciones agrícolas distribuidas por la Política Agraria Común (PAC) a la conservación. Al menos en Alemania hay razones para creer que, por fin, sus políticos se suben a bordo.

En cambio, en el Reino Unido todavía tenemos que recorrer un buen trecho para alcanzar a Alemania. Nuestro sistema de peticiones no tiene el mismo poder legal que el alemán y, en cualquier caso, el movimiento de base aún no es lo suficientemente sólido para movilizar el número de firmantes visto en Baviera. En Estados Unidos, el país en el que se publicó por primera vez *Primavera silenciosa*, el movimiento ecologista fue incapaz de evitar que la administración Trump hiciera retroceder la legislación medioambiental y recortase el presupuesto de la Agencia de Protección Ambiental.

Otra forma alternativa de influir en los políticos que deberíamos tener en cuenta es convertirnos nosotros mismos en políticos. Pero debo confesar que, de momento, no entra en mis planes apostar por esta medida extrema. Por desgracia, muy pocas

personas con preparación en temas medioambientales parecen estar interesadas en meterse en política. Hasta donde he podido comprobar, solo veintiséis diputados actuales del Reino Unido tienen una licenciatura en ciencia, ingeniería, tecnología o medicina (de un total de 650). No hay biólogos, ecólogos o licenciados en ciencias ambientales. Puede que no sea sorprendente, pues, que se produzcan tan pocos debates sobre temas medioambientales y que, cuando surge alguno, los participantes demuestren estar muy poco informados. Si usted es capaz de soportarlo, y sabe algo de estos temas, quizá debería considerar hacer carrera en política.

Conseguir que los políticos se sumen a la causa es una tarea realmente difícil. Pero creo que el siguiente grupo demográfico al que deberíamos convencer, los niños, no será tan complicado. Eso sí, debemos dirigirnos a ellos cuando son más jóvenes. Cuando doy alguna charla sobre abejas o sobre la fauna local que habita nuestros jardines en el salón de actos o el teatro de algún pueblo, a menudo lo que veo desde mi posición es un mar de cabellos blancos y cabezas calvas. Diría que el 90 % de las personas que acuden a mis charlas son jubilados. No quiero parecer irrespetuoso con los mayores (pronto yo mismo seré uno de ellos), pero todos estaremos muertos más pronto que tarde.[3]Si queremos cambiar el futuro es fundamental que impliquemos a los niños y los animemos a que, de alguna forma, se aferren a ese entusiasmo infantil que la mayoría sienten por los bichos. Estamos hablando de personas que tienen toda una vida por delante para tomar decisiones con las que salvar el mundo, o al menos lo que queda de él.

Convencer a los adolescentes puede ser una tarea más complicada (por muchas razones). En contra de mi buen juicio, en raras ocasiones me han convencido para dar una charla sobre abejas a grupos de alumnos de secundaria, y he de decir que es un público muy poco receptivo. Muchos se pasan ese rato mirando sus teléfonos móviles, susurrando entre ellos o tirándose bolitas masticadas de papel unos a otros. Ni los datos fascinantes ni mis mejores chistes logran atraer su atención. Cuando se trata de universitarios, la cosa no mejora mucho. Cada año, como parte de

mi deber como profesor universitario, me asignan un grupo de nuevos estudiantes, generalmente de unos dieciocho años, recién salidos del instituto. Siempre me los llevo de paseo por el campus, que es bastante verde y agradable, con zonas de bosque, praderas floridas y varios estanques. Mientras paseamos, les hago algunas preguntas para hacerme una idea de lo preparados que están, les muestro hojas de árboles, señalo algunos pájaros y les pido que me den sus nombres. El resultado, bastante perturbador, es que saben muy poco de estas criaturas tan cotidianas. Puede que solo el 50 % sepa identificar, después de dudar un buen rato, aves británicas tan comunes como el petirrojo o el mirlo (la mayoría confunden una grajilla o un estornino con un mirlo), y muy pocos son capaces de reconocer y nombrar correctamente un herrerillo común o un chochín. Casi nadie es capaz de identificar árboles tan abundantes como un sicomoro o un fresno. Lo más preocupante es que todos estos estudiantes han elegido cursar ecología en la universidad. Me da miedo lo poco que sabrán de historia natural el resto de los jóvenes de dieciocho años.

Puede que usted se pregunte qué importancia tiene saberse los nombres de los animales y las plantas. Tal como lo expresa Robert Macfarlane en *The Lost Words*, un nombre es algo más que una palabra: es, en cierto modo, un hechizo que evoca el espíritu de la criatura a la que se adhiere. Si no eres capaz de reconocer una mariposa limonera, es muy posible que no te des cuenta cuando una de ellas pase volando cerca de ti. No sabes que existe porque no tiene nombre y o no te enterarás o te dará igual si desaparece para siempre. En 2007 y en 2012 el *Oxford Junior Dictionary* tomó una decisión muy controvertida. Eliminó muchas palabras relacionadas con la naturaleza: bellota, helecho, nutria, martín pescador, musgo, zarzamora, campanilla, castaño de Indias, urraca y trébol entre otras. Esas palabras dejaron de existir porque se consideró que, en el mundo moderno, eran irrelevantes para los niños. Incluso se eliminó «coliflor», que seguramente sigue siendo un alimento cotidiano, pero se decidió que era una palabra que un niño ya no necesita conocer. Me preocupa que la generación que está creciendo ignore por completo la naturaleza y es algo que

debemos evitar a toda costa.

Hay que empezar en las escuelas de primaria. Dar una charla en sus aulas es mucho más divertido que hacerlo en una escuela de secundaria; ya he comentado anteriormente que los niños pequeños se sienten atraídos por la naturaleza, especialmente antes de que lleguen a la adolescencia. Todavía no les preocupa su aspecto y mantienen ese sentido innato de asombro ante el mundo natural con el que todos nacemos pero que la mayoría olvida al hacerse mayor. Saque a una clase de niños de primaria al patio de la escuela, o mejor aún, llévelos a una zona más «salvaje» en la que haya hierba alta, arbustos y árboles. Deles unas redes para cazar insectos y unos frascos. Corretearán durante horas, gritando excitados y entusiasmados mientras intentan capturar babosas, ciempiés, tijeretas y escarabajos. Es una pena que la mayoría de los niños no puedan disfrutar de un día así.

En la escuela secundaria (en el Reino Unido empieza a los once años), la ecología y el medioambiente suelen estar incluidos en la asignatura de biología, pero se les dedica poco tiempo y a menudo parece que se enseñan sin demasiado entusiasmo. P. R. Booth, miembro del cuerpo de Inspectores de Educación de Su Majestad, realizó, en 1979, un estudio académico sobre la enseñanza de la ecología y llegó a la siguiente conclusión: «Hay muchas dudas de que se enseñe o se aprenda algo de ecología en las escuelas. La gran mayoría de los alumnos de dieciséis años no han realizado ningún trabajo sobre el tema (o muy pocos) y lo mismo ocurre con una gran proporción de los de dieciocho años, aunque hayan estudiado biología». Desde entonces, la situación ha empeorado. En el programa de biología, la parte dedicada a la ecología ha pasado de ser de un 12 % en 1957 a un 9,5 % en 2017, mientras que la dedicada a trabajos de campo ha pasado de un 12 % a tan solo un 1 % durante el mismo período. Los pocos ejercicios de campo que suelen hacer los estudiantes no tienen mucho sentido. Uno de ellos es identificar plantas trazando cuadrículas (cuadrados de alambre rígidos de tamaño fijo) a lo largo de un gradiente ecológico. Mis dos hijos mayores han estudiado biología tanto en secundaria como en bachillerato, pero, para mi

consternación, se aburrieron con la parte dedicada a la ecología.

¿Qué está fallando? La falta de trabajos de campo parece ser una parte fundamental del problema. Aprender conceptos de ecología como sucesión, competición o niveles tróficos en una clase puede ser bastante pesado, pero, si lo enseña en el campo alguien que conoce el tema, su aprendizaje es mucho más entretenido. Otro factor importante son los profesores. Algunos saben poco sobre ecología, y son incapaces de identificar organismos muy comunes. Esto conduce a un ciclo vicioso de ignorancia. Debido a su falta de conocimientos, los profesores evitan dar clases en plena naturaleza. De todos modos, muchas escuelas se encuentran en ciudades y no tienen un fácil acceso a lugares interesantes desde el punto de vista ecológico.

Un problema más general de la enseñanza de la ecología es que el tema en sí es complicado y lioso. Después de toda una vida estudiando las interacciones existentes entre los insectos y las plantas, tengo muy claro que hay mucho que desconocemos y que, con demasiada frecuencia, no sacamos conclusiones claras de los experimentos que realizamos. Nos plantean nuevas preguntas a la vez que ofrecen pocas respuestas. Es una parte de este trabajo, pero es evidente que hace que su enseñanza sea todo un reto.

¿Cómo podemos mejorar esta situación para que los niños crezcan sabiendo apreciar la belleza, la maravilla y la importancia del mundo natural y a la vez adquieran unos conocimientos básicos sobre los principales temas medioambientales?

En mi mundo ideal, aprender todo lo relacionado con la naturaleza formaría parte del temario escolar de todos los niños, desde los cinco a los quince años. Desde una edad temprana, los niños podrían aprender lo importantes que son las lombrices de tierra, y podrían realizar un estudio anual sobre su abundancia, embarrándose para cavar un agujero y tratando de identificar los diferentes tipos de lombriz que encontrasen. Aprenderían cosas sobre los suelos, el compost y los ciclos de los nutrientes; observarían tardígrados y rotíferos bajo el microscopio; podrían mojarse en los estanques y atrapar tritones; aprenderían los nombres de las mariposas y las aves más comunes, calcarían hojas

en sus cuadernos y aprenderían cosas sobre nuestros árboles autóctonos. En las aulas habría un hormiguero artificial, un recipiente para gusanos, una o dos plantas carnívoras y puede que un acuario con especies que habitan en los estanques locales: caracoles cuerno de carnero, escarabajos acuáticos y larvas de libélula. Cada escuela tendría acceso a un espacio exterior, verde, en el que los niños podrían aprender a cultivar algunas verduras y ver cómo las abejas y las mariposas las polinizan. Una parte de esa zona se dejaría para que la naturaleza creciera libre. Si la escuela no contara con el espacio suficiente, las autoridades locales se encargarían de ceder una pequeña porción de tierra que se encuentre cerca de cada escuela a la que se pudiera acceder andando. Cuando se construyera una escuela nueva, estaría obligada a dedicar un espacio a la naturaleza.

En mi mundo soñado, todas las escuelas estarían asociadas con una granja respetuosa con la naturaleza. Una parte de las subvenciones dedicadas a los subsidios agrícolas se utilizaría para apoyar a los agricultores que se apuntasen a ese programa y recibieran visitas regulares de las escuelas. De ese modo, los niños aprenderían de dónde proceden los alimentos que sus padres compran en los supermercados. También descubrirían que todo lo que tenemos, desde el oxígeno que respiramos a los alimentos que comemos, depende de la naturaleza y que nosotros formamos parte de ella.

Me gustaría que en las escuelas secundarias se dieran clases sobre la naturaleza, y que existiera la opción de obtener una titulación sobre Historia Natural. La única diputada del Partido Verde, Caroline Lucas, lleva tiempo pidiendo esto último; ya he mencionado el que creo que es el mayor obstáculo para que la historia natural se enseñe como es debido en las escuelas: el bajo nivel de conocimientos de los profesores. Si se sigue por este camino, el gobierno debería dar una formación continua a los profesores de primaria y otra más específica a los de secundaria. Si alentamos a los graduados que llevan un año estudiando un posgrado de educación, podríamos conseguir que se convirtieran en profesores de secundaria de historia natural. Todo esto requiere

financiación, pero ¿es que no merece la pena invertir en animar a las futuras generaciones a que valoren nuestro planeta?

Además de políticos y niños, ¿quién más nos conviene que se suba a bordo? La respuesta es, por supuesto, todo el mundo. Los jardineros nos pueden ayudar mucho, lo mismo que los responsables de la gestión de los terrenos públicos. Volveré a hablar de esto en el siguiente capítulo. Todos los seres humanos toman tropecientas pequeñas decisiones cada día de sus vidas que tienen un impacto, directo o indirecto, sobre los insectos y, de forma más general, sobre nuestro medioambiente. Ese impacto puede ser positivo o negativo. Todos tenemos la responsabilidad de salvar nuestro planeta. Pero ¿cómo podemos convencer a tantas personas de que se preocupen por este tema y se comporten de otra manera?

Este puede parecer un objetivo desalentador, incluso inalcanzable, pero la verdad es que creo que está más cerca de lo que puede parecer. En su libro superventas, *El punto clave*, Malcolm Gladwell explica que bastan unas pocas personas para modificar el comportamiento de una multitud. Hay un punto de inflexión que hace que, cuando una idea, creencia o comportamiento supera un determinado umbral, se decanta hacia un lado y se extiende como un incendio. Ocurre algo parecido con las ventas piramidales. Si una persona consigue convencer a dos más y cada una de estas a otras dos, y así sucesivamente, en poco tiempo serán muchas las que se habrán convertido a la causa, sea cual sea esta. La aparición del movimiento Extinction Rebellion, el auge del veganismo y el hecho de que casi dos millones de bávaros estuvieran dispuestos a hacer cola en un día muy frío para firmar una petición sobre los insectos son señales que indican que las opiniones están cambiando. El cambio climático nos está echando una mano, ya que, en los últimos meses, el condado de Yorkshire en Inglaterra ha sufrido algunas de las mayores inundaciones que se recuerdan. Algunas zonas que quedaron bajo el agua nunca se habían inundado. Al mismo tiempo, el este de Australia sufrió los peores incendios forestales registrados. La frecuencia y furia de estos episodios extremos están logrando que sea imposible negar la

existencia del cambio climático. Las series de televisión más recientes hasta ahora de David Attenborough, *Planeta azul 2*, *Nuestro planeta* y *Siete mundos, un planeta*, fueron filmadas de una forma magistral, pero su mensaje ha sido mucho más contundente que el de sus trabajos previos. He de admitir que se me saltaron las lágrimas cuando vi a unas crías de albatros rodeadas de bolsas de plástico y guantes de goma que habían vomitado, o cuando, gracias a un *time-lapse*, presencié cómo se blanqueaban los arrecifes de coral en un instante, o al ver morsas caer por los acantilados que se habían visto obligadas a escalar porque el hielo marino en el que normalmente descansan se había derretido. Este no es el encantador, dulce e inmaculado mundo natural que solíamos ver en los documentales sobre la naturaleza, sino uno que nos muestra un mundo asolado por las actividades humanas. El hecho de que los productores quisieran incluir esas desgarradoras imágenes es un reflejo, creo, de la necesidad que tenemos de ver el daño que estamos infligiendo al medioambiente, cuando antes lo único que queríamos eran imágenes hermosas de animales increíbles.

Creo que el punto de inflexión está muy cerca. Intente convencer a una sola persona: un miembro de su familia, un amigo cercano, un compañero de trabajo, etc. No importa quién. Puede utilizar el caso de las abejas como gancho para atraer a alguien, explíquele cómo su suministro de alimentos, incluso el café que se toma cada mañana, depende de ellas. Si cada uno de nosotros convence a una persona y esta convence a otra, en poco tiempo todo el mundo se habrá sumado a nuestra causa. Ninguno de nosotros puede lograrlo por sí solo, pero juntos podemos. Es el momento de dar un último empujón.

Langostas Jekyll y Hyde

Las langostas son saltamontes grandes. Viven en casi todas las regiones cálidas del mundo y suelen llevar una vida inocua y bastante solitaria. Su color es verde o marrón camuflaje y son bastante sedentarias. Se alimentan tranquilamente de las hojas de una amplia variedad de plantas. Se ignoran o incluso se evitan entre sí, excepto cuando buscan pareja. Todo esto cambia cuando se produce un episodio de lluvias intensas que proporciona las condiciones favorables para el crecimiento de las plantas, lo que a su vez permite que la población de langostas aumente. Cuando una langosta joven se topa con otras con cierta regularidad, algo que ocurre cuando las poblaciones empiezan a aumentar, la estimulación táctil provoca una notable transformación, tanto física como de comportamiento. Sus colores pasan a ser brillantes (generalmente negro y amarillo), se vuelven más activas y más gregarias, buscan activamente la compañía de las demás y forman enjambres. Mientras que las langostas solitarias evitan las plantas que contienen toxinas, las gregarias buscan las plantas venenosas para comérselas y almacenar así los venenos en su interior y ser tóxicas para sus depredadores. Crecen muy rápido y se reproducen a gran velocidad. Los enjambres pueden crecer a un gran ritmo y llegar a contener hasta 200.000 millones de individuos, oscureciendo los cielos y alcanzando una densidad de unos 80 millones de langostas por kilómetro cuadrado. Consumen toda la vegetación que encuentran a su paso en minutos, arrasan los cultivos y siguen avanzando. Plagas como estas han devastado nuestros cultivos desde la prehistoria: los antiguos egipcios esculpieron imágenes de langostas en sus jeroglíficos y también aparecen en la Biblia y el Corán. Aunque durante el siglo XX ha habido muchas menos, en 2020, enormes enjambres arrasaron una parte de África, Oriente Medio y Asia. Con su estrategia explosiva, las langostas pueden ser una de las excepciones que se salven del inminente «apocalipsis» de los insectos.

18

Ciudades más verdes

Muy a menudo, nos sentimos impotentes ante problemas ecológicos tan enormes como el cambio climático, la deforestación tropical o la desaparición de los osos provocada por el deshielo. Cualquier acción individual que podamos llevar a cabo parece trivial, demasiado insignificante para provocar un cambio apreciable. Además, muchos de esos problemas se desarrollan en lugares lejanos sobre los que no podemos ejercer ninguna influencia directa. Por suerte, todos podemos hacer algo para salvar a los insectos y al mismo tiempo sentir que estamos logrando algo tangible. A diferencia de los osos polares, los insectos viven a nuestro alrededor, en nuestros jardines, parques, huertos, cementerios, cunetas de las carreteras, rotondas y taludes de las vías ferroviarias. Mejorar todos estos lugares para que la vida de los insectos sea más fácil es bastante sencillo. En el Reino Unido, solo los jardines ocupan una superficie aproximada de medio millón de hectáreas, mucho más que el conjunto de sus reservas naturales. Además, esa cifra crecerá con cada casa nueva que se construya en los próximos años. Nuestros jardines están conectados por estos espacios verdes urbanos, y nuestros pueblos y ciudades lo están por la vegetación de las cunetas de las carreteras, los taludes de las vías ferroviarias y los terraplenes. Solo en el Reino Unido, hay 400.000 kilómetros de cunetas. Podemos convertir rápidamente nuestras ciudades, pueblos, aldeas y jardines en una red de hábitats respetuosos con los insectos.[1]

El paso más obvio que deberían dar los jardineros es plantar

flores aptas para los polinizadores. Es muy fácil y hay muchos consejos disponibles, aunque no siempre son cien por cien fiables. Se han publicado muchas listas de plantas ideales para los polinizadores. Por ejemplo, en el Reino Unido, la Real Sociedad de Horticultura publicó una de las más exhaustivas y fiables, disponible online. Los centros de jardinería suelen anunciar con etiquetas las plantas que son buenas para los polinizadores (lo habitual es que sea una caricatura de una abeja). De forma más amplia, si usted vive en el hemisferio septentrional templado, no se equivocará mucho si llena su jardín con plantas y hierbas que se han plantado toda la vida en las casas de campo: lavanda, romero, mejorana, consuelda, menta gatuna, tomillo y geranios resistentes (no confunda estos últimos con sus parientes del género *Pelargonium*, que no sirven para los insectos de esa zona, ya que están adaptados para ser polinizados por moscas del sur de África caracterizadas por sus largas lenguas). Si tiene espacio, puede incluir algunas flores silvestres autóctonas: en Europa occidental, las dedaleras, las viboreras y las ortigas blancas son una gran opción, pero hay muchas más. Algunas plantas autóctonas producen flores hermosas y, al mismo tiempo, son un buen alimento para las orugas de las mariposas. En el Reino Unido, por ejemplo, el loto corniculado y el berro de prado son el alimento preferido tanto de las orugas de las mariposas ícaro como de las de las mariposas aurora. Evite plantas anuales como alegrías del hogar, begonias, petunias y pensamientos: estas plantas se han cultivado intensamente para que produzcan muchas flores y muy coloridas, pero en el proceso suelen perder su aroma o su néctar, o la forma de la flor se ha modificado tanto que los insectos no pueden entrar, por lo que no pueden extraer ningún alimento de ellas. También hay que evitar las flores dobles como las rosas, las cerezas, las malvarrosas y las colombinas, ya que son mutantes que producen pétalos extra en lugar de polen.

Si su jardín es pequeño, no se preocupe, incluso en un balcón o en una terraza se pueden sembrar plantas que den alimento a polinizadores como abejas y sírfidos: he visto abejorros visitar con regularidad el décimo piso de un edificio del centro de la ciudad

para recoger alimento que luego transportan a su nido, escondido en algún lugar de la jungla urbana. Unas cuantas hierbas, como la mejorana o el cebollino, plantadas en una maceta servirán para atraerlos, con la ventaja añadida de que son un complemento muy sabroso para nuestras comidas.

Si usted tiene césped, un segundo y sencillo paso para convertir su jardín en un paraíso para los insectos es cortarlo un poco menos a menudo, ahorrando gasolina y tiempo. Le sorprenderá la cantidad de flores que surgirán: ranúnculos, margaritas, dientes de león, tréboles, prunelas y lotos corniculados. Todas ellas son muy comunes en el césped, pero, como lo solemos cortar con mucha asiduidad, no les damos tiempo a crecer. Si se corta una vez cada dos semanas, no tardarán en aparecer los capullos florales. Cuando estos se abran atraerán a una multitud de insectos.

Claro que, para algunos jardineros muy aplicados, estas flores que aparecen en el césped son «malas hierbas» que hay que eliminar, ya sea arrancándolas manualmente o rociándolas con herbicida. Nunca he entendido por qué algunas personas no soportan no tener un césped verde, perfectamente uniforme, libre de flores. El concepto de «mala hierba» está únicamente en nuestras cabezas; lo que para uno es una mala hierba, para otro es una hermosa flor silvestre. Si lográramos que se produjera un cambio de actitud para que «malas hierbas» como las margaritas o los tréboles fueran vistos como un componente más del césped, en lugar de enemigos contra los que hay que luchar, nos ahorraríamos un montón de tiempo, dinero y estrés, a la vez que echaríamos una mano a la naturaleza.

Siguiendo con el mismo tema, usted podría convertir su jardín en una zona libre de pesticidas. Sencillamente, no hay ninguna necesidad de usarlos. Además, ¿por qué querría introducir veneno en el lugar donde juegan sus hijos? Hablo desde la experiencia, ya que tengo la fortuna de tener un jardín de casi una hectárea, lleno de flores, frutas, verduras y vida silvestre, todos viviendo en armonía sin la necesidad de utilizar productos químicos artificiales. Si descubre unos pocos áfidos o moscas blancas, déjelos, ya que

son el alimento de los neurópteros, las mariquitas, las tijeretas, los sírfidos y los herrerillos comunes. Lo más seguro es que alguien se los coma pronto y, si no, es poco probable que causen demasiado daño. Si una de sus plantas es atacada con demasiada frecuencia por plagas es una clara señal de que esa planta no es feliz; intente hacer crecer algo que se adapte mejor a las condiciones de su jardín.

Si de verdad desea que su jardín sea una zona libre de pesticidas, también debería desconfiar de las hermosas flores que se venden en su vivero local. Por desgracia, la gran mayoría de las plantas que se venden en los centros de jardinería, incluidas aquellas que portan la etiqueta de «apropiadas para las abejas», han sido tratadas con insecticidas y otros pesticidas, cuyos residuos suelen permanecer bastante tiempo. En 2017, lo descubrimos en mi laboratorio cuando buscamos pesticidas en una serie de plantas procedentes de centros de jardinería del Reino Unido. El 97 % de las plantas etiquetadas como «apropiadas para las abejas» contenían al menos un pesticida. El 70 % contenían insecticidas neonicotinoides. En la actualidad, el uso de estos últimos está prohibido, pero apostaría a que se han limitado a sustituirlo por otro. Es mucho mejor comprar en un vivero ecológico (puede encontrar algunos en Internet), o que usted mismo cultive sus plantas a partir de semillas que puede compartir con amigos y vecinos. De esta forma, evitará el coste medioambiental asociado con el compost a base de turba en el que hacen crecer muchas plantas ornamentales, los fertilizantes que usan y las macetas de plástico en las que las venden (muchas de las cuales ya no se vuelven a utilizar jamás).

Mientras hace todo esto, podría escribir a su ayuntamiento y pedir que dejen de fumigar con pesticidas los parques locales, los arcenes de las carreteras y las aceras. Incluso podría instarles a que dejen de usarlos en otros lugares. Hace treinta años, la pequeña localidad de Hudson, en Quebec (Canadá), cuya población era de 5.135 habitantes, se convirtió en el primer lugar del mundo en el que se prohibieron los pesticidas. Lo consiguió June Irwin, una doctora local que estaba convencida de que los problemas de salud

de sus pacientes estaban relacionados con el uso de pesticidas en sus jardines. Durante seis años, acudió cada día a los plenos del ayuntamiento para plantear este tema y su tenaz determinación acabó dando sus frutos. El consistorio prohibió el uso de pesticidas químicos dentro de los límites de la ciudad.

Después de Hudson vinieron otras 170 ciudades dispersas por todo el país, incluidas algunas tan importantes como Toronto y Vancouver. En ocho de las diez provincias canadienses se prohibió el uso superficial de pesticidas. Gracias a June Irwin, en la actualidad, treinta millones de canadienses viven en zonas libres de pesticidas. Desde entonces, ciudades de todo el mundo han adoptado medidas similares, desde Japón a Bélgica o Estados Unidos. Francia se lo ha tomado muy en serio, ya que novecientas de sus ciudades se han declarado a sí mismas *villes sans pesticides*. Esto llevó al gobierno a prohibir todos los usos no agrícolas de los pesticidas en todo el país a partir de 2020. Ahora solo pueden comprarlos los agricultores registrados.

El Reino Unido ha sido algo más lento a la hora de apuntarse a este movimiento. Los ayuntamientos de varios de sus pueblos y ciudades se han comprometido a eliminar progresivamente el uso de pesticidas, entre ellos Brighton, Bristol, Glastonbury y Lewes, y también el distrito londinense de Hammersmith y Fulham, pero no parecen muy interesados en restringir el uso doméstico. Si toda Francia puede arreglárselas sin utilizar ningún tipo de pesticidas en ningún ámbito, ¿por qué no los demás? No perdemos nada si lo hacemos, a no ser que seas un fabricante de pesticidas o los vendas en tu supermercado. En cambio, las ventajas serían muchas. La biodiversidad urbana aumentaría y ni nosotros ni nuestros hijos nos veríamos expuestos a estas toxinas y sus posibles carcinógenos cuando estamos en el jardín o en el parque local.

Hay muchos otros pequeños pasos que podrían dar los jardineros para que su terreno sea más natural y contenga mucha más vida silvestre. Los estanques son maravillosos, atraen a toda clase de insectos como libélulas, patinadores y escarabajos girínidos, además de anfibios como tritones, ranas y sapos si hay suerte. Incluso los estanques más pequeños están llenos de vida, ya

que los pájaros acuden para beber y bañarse. Si crea un montón de compost para reciclar sus desperdicios orgánicos estará dando un hogar a una gran cantidad de diminutas criaturas: colémbolos, tardígrados, milpiés y cochinillas de la humedad, además de producir un hermoso y rico producto, con lo que evitará tener que comprarlo en los centros de jardinería (donde los venden en sacos de plástico). Si tiene espacio suficiente, siembre un prado de flores silvestres o plante un árbol que tenga flores, como un manzano, un cerezo, un sauce o un tilo.

Finalmente, puede intentar proporcionar un hogar a algunos tipos de insectos. En los centros de jardinería se venden un montón de diferentes «hoteles de insectos» bastante inútiles. Por ejemplo, se venden cajas de hibernación para mariposas, que no suelen servir para nada. Un equipo de científicos de la Universidad Estatal de Pensilvania, en Estados Unidos, evaluó la utilidad de cuarenta de esas cajas durante dos años y observó que ninguna fue ocupada por mariposas (aunque unas cuantas contenían arañas). Por otro lado, los hoteles de insectos que intentan proporcionar un hogar a las especies de abejas solitarias suelen funcionar bastante bien. Abejas como la albañil roja o la cortadora de hojas solo necesitan agujeros horizontales en los que hacer un nido. Usted mismo puede fabricar fácilmente un hotel haciendo agujeros de entre 6 y 10 milímetros de diámetro en un pedazo de madera o atando manojos de bambú. Algunos diseños comerciales más lujosos añaden ventanas para que usted pueda ver qué está sucediendo en el interior de los hoteles, algo que resulta fascinante para los adultos y es un buen método para atraer el interés de los niños. La ocupación de los hoteles para abejas es un poco aleatoria, depende de si cerca de su jardín vive una especie de abeja adecuada, pero algunas veces he conseguido que el 100 % de los agujeros que he hecho estén ocupados. También puede crear una «laguna para sírfidos», un estanque en miniatura reutilizando una botella de plástico o algo similar: llénela de agua y ponga un puñado de trocitos de césped o de hojas, y con suerte atraerá a algunas hermosas moscas sírfidas para que pongan allí sus huevos.

Está claro que, en nuestro mundo moderno, abarrotado y

urbanizado, muchas personas no tienen ninguna clase de espacio exterior propio. En ese caso, puede que se sienta frustrado al leer toda esta charla sobre jardinería, pero, aun así, usted también puede participar. Puede seguir el ejemplo de un grupo de ecologistas de Stirling, Escocia, que se autodenominan On the Verge (al borde del precipicio). Pasan sus fines de semana cavando en cualquier parcela de hierba cortada y abandonada que encuentran y siembran en ella flores silvestres (con el permiso de su propietario, por supuesto); ya existen ochenta y dos parcelas con plantas silvestres en los alrededores de Stirling y en el condado vecino de Clackmannanshire, en cunetas, rotondas, parques, patios de colegio, e incluso hay una en los terrenos de una prisión. Tenía una entusiasta estudiante llamada Lorna Blackmore que analizaba estas parcelas de flores silvestres, comparándolas con las parcelas vecinas en las que solo había hierba cortada. Observó que en algunas de esas parcelas había veinticinco veces más flores, cincuenta veces más abejorros y trece veces más sírfidos que en las parcelas en las que tan solo crecía hierba. ¿No sería maravilloso si en todas las ciudades y pueblos se hiciera lo mismo, para que nuestras áreas urbanas estuvieran salpicadas de parcelas llenas de flores silvestres?

A un nivel más amplio, muchas autoridades locales gestionan una gran superficie de tierra que podría ser rica en vida silvestre. Si podemos convencerlas para que se unan a nosotros, se podrían hacer grandes cosas. Nuestros parques tendrían zonas de praderas, estanques llenos de vida silvestre, árboles frutales, árboles con flores, hoteles para abejas y lagunas para sírfidos. Todas las rotondas podrían convertirse en un maravilloso batiburrillo de flores silvestres. Los cementerios también pueden albergar mucha vida silvestre si son gestionados con sensibilidad. Algunos de los más antiguos poseen una diversidad de flores que rivaliza con cualquier pradera, mientras que otros han sido desbrozados y segados convirtiéndolos en espacios tediosos y carentes de vida silvestre.[2]Las autoridades locales pueden obligar a que todas las nuevas instalaciones reserven un espacio para la naturaleza. También pueden fomentar que las azoteas sean ecológicas y que se

planten árboles. Igualmente, pueden proteger todos esos terrenos baldíos que se han convertido en lugares que rebosan de vida silvestre. Nuestras áreas urbanas suelen estar rodeadas de campos de golf. En el Reino Unido ocupan unas 2.600 hectáreas (solo en Surrey, por ejemplo, hay 142). La mayoría de los campos de golf tienen aproximadamente un 50 % de calles y *greens*, y un 50 % de pastizales y bosques, estos últimos con un enorme potencial para la vida silvestre. Algunos albergan una gran cantidad de biodiversidad, pero la mayoría son realmente pobres. En estos últimos se suelen plantar árboles alóctonos y se utilizan grandes cantidades de pesticidas y fertilizantes. Cuando se concede permiso para que se construya un nuevo campo de golf, las autoridades locales podrían prohibir el uso de pesticidas y obligar a que todas las zonas del terreno sean gestionadas de tal forma que alberguen vida silvestre, con praderas de flores y bosquecillos de árboles u otra vegetación autóctona. Tal vez podríamos modificar ligeramente nuestros campos de golf, haciendo que se parezcan más a los que se crearon cuando se inventó este deporte, en el siglo XVI.

Reverdecer nuestras áreas urbanas beneficiaría claramente a los insectos, las flores silvestres y a muchos animales que se alimentan de insectos, pero lo que quizá no entiende mucha gente es que también nos beneficiaría a nosotros. Hace más de cien años, Octavia Hill, una de las fundadoras de la Fundación Nacional para Lugares de Interés Histórico o Belleza Natural del Reino Unido dijo que «la visión del cielo y de las cosas que crecen es una necesidad fundamental, común a todos los hombres». En su libro *Biofilia* (1984), el famoso biólogo estadounidense E. O. Wilson explicaba que los humanos poseemos un instinto innato para conectar emocionalmente con la naturaleza y que no satisfacer ese instinto puede ser perjudicial para nuestro bienestar. No mucho después, empezó a surgir un nuevo campo de investigación psicológica, bautizado por el académico californiano Theodore Roszak como «ecofisiología», según el cual, el hecho de que interactuemos cada vez menos con el mundo natural influye negativamente en nuestro desarrollo psicológico y nuestro bienestar. Si la sociedad está

desconectada de la naturaleza, varios aspectos de la vida del individuo se verán afectados negativamente, hasta el punto de sufrir delirios y locura. Posteriormente, el autor estadounidense Richard Louv afirmó en su libro *Los últimos niños en el bosque* (2005) que muchos niños que crecen en entornos grises y urbanos sufren un «trastorno por déficit de naturaleza», un conjunto de problemas de comportamiento derivados de la falta de oportunidades para jugar fuera de casa, en plena naturaleza. Según Louv, algunos de estos problemas son el trastorno por déficit de atención, la ansiedad, la depresión y la falta de respeto por el medioambiente y otras formas de vida. Algo parecido es lo que plantea el ecologista británico George Monbiot en *Salvaje* (2013), donde fomenta la idea de que los humanos tenemos una necesidad primigenia de experimentar la naturaleza.

Todo esto es muy interesante y podría ser una buena razón para cuidar de la naturaleza, pero ¿dónde están las pruebas? ¿Nos sentiremos ansiosos, deprimidos, desilusionados y puede que hasta enloquezcamos si no recibimos una dosis regular de naturaleza, o es solo una ilusión de los ecologistas, deseosos de reforzar su causa? Y al revés, ¿podríamos ser felices sin ver jamás una sola brizna de hierba o sin escuchar el sonido del canto de los pájaros?

Aunque no todos los supuestos beneficios de tener un contacto continuo con la naturaleza superan un escrutinio riguroso, muchos estudios empíricos realizados recientemente, en algunos de los cuales han participado investigadores médicos, psicólogos, sociólogos y ecólogos, demuestran, más allá de toda duda, que el contacto con la naturaleza nos hace mucho bien. Uno de esos estudios demostró que tan solo quince minutos caminando por la naturaleza mejoraban la atención y el sentido de bienestar de los sujetos del estudio, en comparación con otros a los que se hizo pasear por áreas densamente urbanizadas. Incluso ver un vídeo de la naturaleza aporta beneficios significativos, aunque no tanto como experimentarla en persona. En otros estudios se ha visto que los niveles de estrés de los ciudadanos escoceses que vivían cerca de espacios verdes eran menores que los de aquellos que vivían lejos, mientras que, en los Países Bajos, los trastornos de ansiedad

y depresión son menos comunes en las áreas urbanas que tienen más parques. En California, las personas que viven en zonas con una mayor cobertura arbórea suelen ser menos obesas y menos propensas a padecer diabetes y asma. En ese estudio se tuvieron en cuenta otros factores como la situación económica de los individuos del estudio. Las embarazadas que viven en barrios más verdes tienden a dar a luz a niños con más peso. Los pacientes hospitalarios que pueden contemplar un espacio verde desde su habitación se recuperan más rápido que los que tienen ante sí una pared de ladrillos. Poder contemplar desde casa un entorno verde mejora el funcionamiento cognitivo de los niños y el bienestar mental de los adultos. Un desplazamiento simulado al puesto de trabajo a través de un paisaje rural hizo que las personas que participaron en el estudio afrontaran mejor el estrés posterior provocado por su trabajo, en comparación con los que condujeron a través de un paisaje urbano virtual. Varios estudios han llegado a la conclusión de que los jardineros y las personas que tienen un huerto tienen un mayor nivel de satisfacción con su vida, una mayor autoestima, mejor salud física y mental, y menos depresión y fatiga en comparación con aquellos sin jardín ni huerto. Salir de excursión incrementa mucho los niveles de bienestar mental y de conexión con la naturaleza. Hay muchos estudios más de este estilo, pero creo que ya los he bombardeado con suficientes ejemplos que demuestran que nuestra salud parece mejorar si tenemos acceso a la naturaleza o si, al menos, la podemos observar.

Como consecuencia de esta acumulación de pruebas, los médicos de Nueva Zelanda y Australia, y recientemente también los del Reino Unido, han empezado a «recetar naturaleza» a algunos pacientes en lugar de los fármacos tradicionales. Una receta «verde» suele consistir en dar paseos por el parque o por el campo con regularidad, o participar en alguna campaña de plantación de árboles u otra actividad al aire libre. Por supuesto, una gran parte de los beneficios se derivan del hecho de hacer ejercicio, pero la combinación ejercicio + visita a la naturaleza parece ser más efectiva. Además, es más probable que al paciente

le guste más esta opción que, por ejemplo, tener que ir al gimnasio.[3]En Japón, los médicos suelen recomendar «baños de bosque» (consiste en pasar tiempo en él, no es necesario nadar) y, al parecer, dicha actividad aporta múltiples beneficios para la salud, tales como la estimulación de la función inmunitaria.

Es posible que usted haya notado que este argumento tiene un fallo. Las pruebas demuestran que existe una relación entre el bienestar humano y el acceso a los espacios verdes, pero no se sabe mucho de la calidad de ese espacio. ¿Sería suficiente un césped cortado y un seto compuesto por cipreses de Leyland? ¿Y si un césped artificial y unas flores de plástico sirven para el mismo propósito? ¿Nos calma más el alma y reduce más nuestra presión arterial si hay flores silvestres, mariposas o pájaros? No se han realizado muchos estudios que analicen si la calidad de los espacios verdes, en cuanto a su biodiversidad, afecta de forma positiva a la salud humana, pero los que se han llevado a cabo llegan a la misma conclusión: cuanta más biodiversidad, mayores son los beneficios. Se ha observado que la diversidad tanto de plantas como de mariposas en espacios verdes tiene efectos positivos sobre los niveles relacionados con el bienestar humano, pero parece ser que la diversidad de aves es el aspecto de la biodiversidad que está más vinculado con la salud humana, especialmente si se trata de aves cantoras. Resulta curioso que un estudio realizado en el Reino Unido llegara a la conclusión de que los observadores obtenían más placer al ver pájaros en su jardín si conocían sus nombres, lo que refuerza el argumento de que las personas tienen una mayor inclinación a cuidar de la naturaleza y empatizar con ella si saben reconocer lo que están viendo.

Una idea interesante es que la exposición a un entorno biodiverso ayuda a que nuestro microbioma (los microbios que viven sobre y dentro de nosotros) sea más diverso y saludable. La exposición a microbios beneficiosos durante los primeros años de nuestra vida tiene poderosos efectos sobre el desarrollo del sistema inmunitario y reduce la incidencia de enfermedades inflamatorias crónicas. Los urbanitas tienen, por término medio, un microbioma menos diverso, por lo que sí parece existir un vínculo entre la salud

humana y la exposición a entornos con diversidad microbiana. También hay estudios que demuestran que, si en un entorno existe una gran diversidad de árboles y arbustos, su dosel será más denso y filtrará mejor la contaminación aérea.

En general, parece que nuestra salud se beneficia enormemente si tenemos acceso a espacios verdes, y es muy posible que esos beneficios sean mayores si el área en cuestión es rica en biodiversidad. Además, nuestros conocimientos sobre la naturaleza potenciarán esos beneficios todavía más. Si hacemos que nuestras ciudades y pueblos sean más verdes, la victoria estará asegurada: será bueno tanto para la naturaleza como para nosotros. Imagínese que todos los jardines estuvieran llenos de flores ideales para los polinizadores, incluidas flores silvestres autóctonas, con un miniprado, arbustos floridos, un estanque, una pila de compost, un hotel para abejas y una laguna para sírfidos escondida en un rincón. Tendríamos un mosaico de diminutas reservas naturales para insectos, y si, además, contáramos con el apoyo de las autoridades locales, las parcelas estarían unidas por cunetas y rotondas ricas en flores, habría arboledas en las calles y taludes en las vías ferroviarias igualmente floridos, reservas naturales en plena ciudad, áreas naturales en los patios de los colegios, parques urbanos, etc., que compondrían una red de hábitats interconectados que se extendería a lo largo y ancho de nuestro abarrotado país. Todas las nuevas construcciones deberían ser diseñadas de tal forma que tuvieran en cuenta, desde el primer trazo, maximizar la biodiversidad del lugar y facilitar el acceso público a los espacios verdes. Diría que es algo que está a nuestro alcance; algunos de esos pasos ya se están dando, ya que, en algunos lugares, las autoridades locales han prohibido el uso de pesticidas y desarrollan planes para ayudar a los polinizadores. Además, muchos jardineros están reconvirtiendo sus parcelas en pequeñas reservas naturales.

En poco tiempo, nuestras áreas urbanas podrían pasar de ser únicamente lugares por los que transitan personas a ser lugares en los que personas y naturaleza coexisten feliz y saludablemente, y donde, mires donde mires, verás hojas verdes y flores, donde los

niños podrán crecer rodeados del familiar zumbido de los abejorros sabiendo cómo se llaman los pájaros y abejas que ven y donde puedan admirar los llamativos colores de las alas de las mariposas.

Avispas hiperparásitas

Si usted sabe algo sobre los insectos, seguro que conoce el término parasitoide. Hace referencia a varias especies de avispas y moscas que depositan sus huevos sobre o en el interior de otros insectos. Cuando nacen las crías, se comen lentamente a su hospedador, matándolo solo cuando ya se han desarrollado casi por completo.

Uno de esos parasitoides, *Dicopomorpha echmepterygis*, es el insecto más pequeño conocido (0,13 mm de longitud). Completa su ciclo en el interior de los huevos de otros insectos. Puede parecer que lo tienen todo controlado, pero muchos de ellos son atacados por sus propios parasitoides. Por ejemplo, las coles de mi pequeño huerto suelen ser atacadas por orugas de la mariposa blanquita de la col. Me paso horas quitándolas a mano. Estas orugas son parasitadas muy a menudo por una diminuta avispa, *Cotesia glomerata*, que inyecta sus huevos en ellas. Siempre me complace ver los primeros racimos de capullos de avispas amarillas que aparecen junto al cadáver de una oruga, una señal de que la ayuda está cerca. Sin embargo, las *Cotesia* son parasitadas por la avispa *Lysibia nana*, que inyecta sus huevos en la larva de la avispa que habita en el interior de la oruga. Las *Cotesia* encuentran a sus orugas hospedadoras gracias a los olores volátiles que libera la planta hospedadora cuando es mordida por las orugas. Lo que resulta sorprendente es que los olores liberados por las plantas que alimentan a las orugas parasitadas son sutilmente diferentes de los de las plantas que alimentan a orugas sanas, lo que permite a *Lysibia* detectar, mediante el olor, dónde se hallan las orugas que portan a sus hospedadoras, las avispas *Cotesia*.

19

El futuro de la agricultura

No nos dejemos llevar demasiado por nuestros grandes planes con los que pretendemos convertir nuestras ciudades en una gigantesca red de reservas naturales. En su conjunto, las áreas urbanas suponen tan solo el 3 % de la superficie del planeta, mientras que las tierras de cultivo ocupan una superficie mucho mayor, el 40 %. Una gran parte de lo que queda corresponde a las tierras heladas de las regiones polares. En el Reino Unido, el 70 % del país está ocupado por cultivos, y aunque una buena parte de la tierra restante no es adecuada para la vida, esta siempre lucha para abrirse paso. Parece ser que la mayoría de nosotros hemos aceptado que la agricultura industrial es la única forma de «alimentar al mundo» y que el declive de la vida salvaje es un daño colateral inevitable. En cierto sentido, es una elección entre naturaleza o nosotros y, por supuesto, siempre nos elegimos a nosotros mismos. Pero ¿es esa realmente la elección que hemos de tomar? ¿Es imposible cultivar alimentos y a la vez proteger la naturaleza? Yo considero que podemos hacer ambas cosas. Iré más allá y explicaré que, si seguimos apostando por una agricultura industrial cada vez más intensiva, centrada en la maximización de los rendimientos, no solo acabaremos con la naturaleza, sino también con nosotros mismos, ya que nuestra supervivencia depende de tener un medioambiente sano.

Llegados a este punto, sería útil reflexionar sobre cómo hemos llegado a desarrollar un sistema agrícola como el que tenemos. Hace cien años, las granjas solían ser mucho más pequeñas,

compuestas por varios campos no muy grandes, que se dedicaban, por un lado, a cultivos, y por otro, a pastos y praderas de heno para el ganado. Los agricultores utilizaban pocos o ningún pesticida, y lo mismo hacían con los fertilizantes sintéticos. Sus granjas albergaban una mayor biodiversidad, pero producían mucho menos alimento. En 1920 se empezaron a producir cambios drásticos y de gran envergadura. En el Reino Unido, por ejemplo, la población humana no ha dejado de crecer, aumentando casi un 50 % y pasando de 43 a 66 millones en ese espacio de tiempo, mientras que el número de personas que trabajan en el campo se ha reducido enormemente, de 900.000 a 200.000. Se ha perdido el 80% del total de huertos de árboles frutales, ya que los agricultores no pueden competir con los productores extranjeros. Se calcula que también han desaparecido medio millón de kilómetros de setos vivos, consecuencia de la fusión de muchas granjas y, además, los campos se han hecho más grandes. En todos los campos se aplican mezclas de pesticidas y fertilizantes sintéticos varias veces al año. El número de cabezas de ganado también ha aumentado, duplicándose el número de cerdos y cuadruplicándose el de aves de corral, aunque la mayoría de esos animales se mantienen en el interior de naves, por lo que no los vemos a menudo.

Nadie planeó estos cambios. Ni los agricultores, ni los políticos. Nadie. La agricultura fue evolucionando en todo el mundo, adaptándose a las presiones del mercado, a la mecanización, a las innovaciones tecnológicas, a los subsidios gubernamentales siempre cambiantes, a las políticas y normativas tanto nacionales como internacionales, a la creciente disponibilidad de insumos químicos, a la aparición de grandes cadenas de supermercados y a la creciente demanda de alimentos baratos. Los agricultores solían hacer lo que creían que era necesario para seguir a flote. Muchas granjas pequeñas fracasaron y fueron engullidas por otras de mayor tamaño. No se gana nada señalando a los agricultores; todos somos responsables de lo que le ha ocurrido a nuestro campo y de la situación actual.

Si nos fijamos en el conjunto, la agricultura moderna forma parte de un sistema de suministro de alimentos asombrosamente

ineficiente, que además es cruel y perjudicial para el medioambiente. A nivel mundial, cultivamos aproximadamente tres veces más calorías de las que necesitamos para alimentar a toda la población humana, pero aproximadamente un tercio de esas calorías se desperdicia y con otro tercio se alimenta a los animales (la mayoría de los cuales viven encerrados en pequeños cubículos y en condiciones inhumanas). Si sumamos la superficie total dedicada a pastoreo con la dedicada a los cultivos destinados a alimentar a los animales, veremos que las tres cuartas partes de las tierras agrícolas del mundo se destinan a la producción de carne y productos lácteos. Con la cuarta parte de las tierras de cultivo restantes producimos un exceso de aceites y cereales, muchos de los cuales se dedican a producir alimentos procesados ricos en grasas y carbohidratos no saludables (pasta, pizza, pasteles, galletas...), mientras que no cultivamos las suficientes frutas y verduras con las que todo el mundo podría tener una dieta sana, si se la pudiera permitir. El resultado es que tenemos una epidemia global de obesidad y diabetes. Si uno diseñara, desde cero, un sistema con el que alimentar al mundo con alimentos saludables y de una forma sostenible y ecológica, no se parecería en nada a nuestro sistema agrícola actual.

¿Cómo sería nuestro sistema de producción de alimentos ideal? Primero, y lo más importante, necesitamos cultivar alimentos suficientes para que todo el mundo pueda disfrutar de una dieta nutritiva, y debemos asegurarnos de que se distribuyan de tal forma que todo el mundo tenga acceso a ellos y se los puedan permitir. Segundo, este sistema debe ser sostenible de forma indefinida. No puede favorecer el cambio climático, deteriorar los suelos, contaminar arroyos y ríos o causar la desaparición de los polinizadores y otros animales silvestres. En capítulos anteriores ya mencioné el debate sobre «separación o integración» a la hora de potenciar la biodiversidad. Los partidarios de la integración abogan por el cultivo de alimentos y el apoyo a la biodiversidad, mientras que los partidarios de la separación creen que es mejor dedicar algunas zonas a una agricultura todo lo intensiva posible para así maximizar el

rendimiento, y reservar otras a la naturaleza. Nuestro sistema actual está más cerca de estos últimos que de los primeros: un sistema con muchos insumos y un gran rendimiento que sigue degradando el medioambiente global de una manera que es claramente insostenible. Intentamos conservar la naturaleza en espacios aislados de tierra (las reservas naturales), pero la vida silvestre sigue retrocediendo a gran velocidad. El colapso de las poblaciones de insectos en las reservas naturales alemanas demuestra que este enfoque no funciona, ya que la tierra supuestamente aislada se ve afectada por la devastación circundante. Incluso las tierras más recónditas, como Groenlandia y la Antártida, sufren las consecuencias del cambio climático.

También sospecho que la filosofía de la separación de tierras tiene un fallo muy importante. Supongamos que alguien inventa una nueva variedad de trigo cuyo rendimiento es el doble del actual. ¿Dedicarían los agricultores de todo el mundo la mitad de sus tierras a la naturaleza? Está claro que no. Los precios del trigo se derrumbarían y seguro que encontraríamos formas cada vez más inútiles de utilizar el excedente, por ejemplo, alimentando a más animales o produciendo más biocombustibles. Los agricultores tendrían que trabajar más que nunca para llegar a fin de mes y la naturaleza no se beneficiaría en absoluto.

Si, en cambio, optamos por la compartición, ¿cómo lo haríamos? ¿Cómo podríamos reconducir nuestro sistema agrícola actual para que fuera sostenible y respetuoso con la naturaleza y que a la vez produjera suficientes alimentos saludables? Una opción sería convencer a los agricultores para que adoptaran una estrategia conocida como gestión integrada de plagas (GIP). Se trata más bien de una filosofía cuyo objetivo es minimizar el uso de pesticidas, reservándolos como último recurso. Se desarrolló en Estados Unidos durante la década de 1970 como respuesta a la publicación de *Primavera silenciosa*, de Rachel Carson. El Departamento de Agricultura financió a diversas universidades estatales que tenían programas de agricultura para que cada una desarrollara diversas GIP para diferentes cultivos. El objetivo era que las poblaciones de las plagas no crecieran demasiado. Para

ello, estudiaron su biología, potenciaron la reproducción de los enemigos naturales y utilizaron la rotación de variedades de cultivos más resistentes, entre otras técnicas. En el caso de que todo fallara y las plagas superaran un umbral crítico (el punto en el que están causando tanto daño como para que los beneficios derivados del uso de pesticidas superen a los perjuicios), el agricultor podía recurrir a la fumigación. Un elemento clave de cualquier programa de GIP es que el agricultor visite regularmente el cultivo para cuantificar el número de plagas. Esto evita la pulverización profiláctica o programada, garantizando que los pesticidas solo se utilicen cuando sea necesario. En la década de 1980, cuando yo estaba en la universidad, la GIP era considerada la mejor estrategia de todas. En 2014, los agricultores de la Unión Europea estaban obligados a aplicarla. Fueron lentos, pero más vale tarde que nunca, así que, en teoría, ahora todo el mundo debería estar utilizándola. ¿Cómo es posible, entonces, que en los últimos veinticinco años se haya utilizado el doble de pesticidas? El problema es que la definición de la GIP no es muy clara, por lo que la sentencia de la UE es muy difícil de aplicar. Si se les pregunta, los agricultores pueden decir simplemente que la están aplicando porque utilizan uno o dos elementos de la GIP, por ejemplo, la rotación de los cultivos. Mientras tanto, son bombardeados por el *marketing* de las empresas agroquímicas y sus representantes de ventas, animándolos a utilizar más pesticidas. Un estudio francés reciente que analizó las estrategias utilizadas por un millar de granjas, llegó a la conclusión de que la mayoría de los agricultores podrían reducir mucho la cantidad de pesticidas que utilizan sin perder rendimiento y que casi todos ellos aumentarían sus beneficios reduciendo su uso. Todos somos vulnerables ante el bombardeo publicitario y parece ser que a los agricultores les han vendido muchos productos de los que podrían prescindir, aunque les puede resultar muy difícil averiguar cuáles son. Me parece que un obstáculo fundamental con el que se topan todas las estrategias GIP es que minimizar el uso de pesticidas es justo lo contrario de lo que desean las empresas agroquímicas, y estas son muy ricas e influyentes.

Otra cosa que podríamos hacer para que la agricultura se dirija en la dirección correcta es introducir un poco de biodiversidad en los márgenes de los campos. Llevamos décadas apoyando estos cambios: La UE concede subsidios a aquellos agricultores que deseen aplicar planes agroambientales, como la plantación de franjas de flores silvestres o alimentos para aves en los márgenes de los campos, o la reserva de pequeñas parcelas en los campos de cultivo para que puedan nidificar las alondras, etc. (En cambio, en Estados Unidos la financiación disponible para este tipo de programas es insignificante.) Este sería un buen complemento de la GIP, dado que los planes agroambientales deberían favorecer la presencia de polinizadores en los cultivos y también de los enemigos naturales de las plagas. En el Reino Unido, se gastan, aproximadamente, 500 millones de libras en ese tipo de programas y ya se han producido algunos pequeños éxitos locales, pero, a escala nacional y europea, estas medidas no han frenado el aparentemente inexorable declive de nuestra fauna y flora silvestres (aunque habría sido peor sin ellas). Esto puede deberse, en parte, a que simplemente este tipo de planes no se aplican, pero también sospecho que hay un error fundamental a la hora de crear áreas para la naturaleza inmediatamente adyacentes a los cultivos que se rocían repetidamente con pesticidas y fertilizantes. Los aerosoles se desvían y llegan a las flores, y los pesticidas utilizados como recubrimiento de las semillas contaminan el suelo. Creo que necesitamos que se produzca un profundo cambio en nuestra forma de cultivar alimentos.

Puede que una opción más atractiva sea fomentar la agricultura ecológica, para reducir así la carga de pesticidas que llegan al medioambiente. En Europa, tan solo el 7 % de la superficie total cultivada se dedica a la agricultura ecológica, con Austria a la cabeza con un 23 %.[1]El Reino Unido está en los últimos puestos con tan solo un 3 %. Existen muchas pruebas que demuestran que las granjas ecológicas suelen tener suelos más sanos que, además, almacenan más carbono. En ellas hay muchas más plantas, insectos, mamíferos y aves que en las granjas convencionales. Entonces ¿por qué no apostar por este tipo de

agricultura? Los que están en contra suelen alegar que el rendimiento es mucho menor, por lo que, si todo el mundo la adoptara, necesitaríamos utilizar más tierra, con los perjuicios que eso tendría para la vida silvestre. La primera parte de este argumento es innegable: los rendimientos suelen ser menores. A nivel mundial, los cálculos indican que el rendimiento de la agricultura ecológica suele ser entre un 80 % y un 90 % del que se obtiene con la agricultura convencional. Por otro lado, ya he dicho anteriormente que cultivamos mucho más alimento del que necesitamos y desperdiciamos aproximadamente una tercera parte de todo lo que se cosecha en el mundo, una cifra asombrosa. Si pudiéramos reducirla, todo el mundo podría dejar de utilizar pesticidas y aun así habría suficiente alimento para todos.

Piense, también, que, en la actualidad, las personas de los países desarrollados comen mucho más de lo que se considera saludable. El consumo excesivo de comida junto a nuestra dieta desequilibrada acarrea enormes costes ocultos. En la actualidad, el 63 % de los adultos ingleses tienen sobrepeso y un 37 % son obesos, mientras que casi un tercio de los niños de entre dos y quince años también son obesos. En Estados Unidos esas cifras son aún peores; el 72 % de los adultos tienen sobrepeso y el 40 % son obesos. Según las cifras del gobierno británico, el coste global que tiene la obesidad para la sociedad (p. ej. a través de la diabetes) es de 27.000 millones de libras por año, y se cree que llegará a los 50.000 millones de libras en 2050. Cálculos similares realizados para Estados Unidos estiman en 147.000 millones de dólares los costes médicos derivados de la obesidad, más otros 66.000 millones en otros costes, como la pérdida de días de trabajo y las muertes prematuras.

No es solo que comamos demasiado, sino que también comemos muchos alimentos procesados, ricos en esos cereales y aceites baratos que producimos en exceso a nivel mundial. Muchos de nosotros también comemos mucha más carne de lo que se considera saludable, tanto para nosotros como para el medioambiente. Comer carne de vacuno alimentado con cereales es una forma espectacularmente ineficiente de alimentar a la gente,

ya que requiere diez veces más tierra de la que necesitaríamos si una persona se comiera directamente las plantas con las que se alimenta al ganado. Además, de esta forma se generan 30 veces más gases de efecto invernadero. Solo el 3,8 % de la proteína contenida en el material vegetal que se come el ganado será accesible como proteína animal para el consumo humano. Si reducimos el desperdicio de alimentos, reducimos el consumo excesivo y pasamos a comer solo pequeñas cantidades de carne procedente de animales criados en el campo (eliminando por completo la carne de vacuno alimentado con cereales),[2]necesitaremos mucha *menos* tierra de cultivo de la que utilizamos actualmente, no usaremos pesticidas y nuestra salud lo agradecerá.

La idea me parece bastante atractiva, pero creo que podemos ir más allá. Algunas granjas ecológicas se parecen bastante a las convencionales: siguen intentando cultivar grandes extensiones con monocultivos y su maquinaria sigue dependiendo de los combustibles fósiles. Los monocultivos a gran escala son el caldo de cultivo ideal para las plagas. En los campos grandes de trigo de las granjas ecológicas no existe mucha biodiversidad, por lo que hay pocos enemigos naturales que puedan controlar los brotes de plagas y enfermedades. Hay mejores formas de cultivar alimentos, y creo que la agricultura podría aprender algo de los huertos urbanos de autoconsumo.[3]En ellos se pueden encontrar diferentes tipos de cultivos que crecen en parcelas pequeñas, y que muy a menudo parecen bastante desordenados. Puede que a usted le parezca que es un modelo poco prometedor, pero déjeme contarle algunas cosas sobre ellos.

Primero, un estudio reciente realizado por la Universidad de Bristol, basado en datos recogidos en todo el Reino Unido, llegó a la conclusión de que este tipo de huertos albergaban más diversidad de insectos que cualquier hábitat urbano (más que los jardines, cementerios o parques, más incluso que las reservas naturales de las ciudades). Los huertos urbanos están llenos de vida, probablemente como resultado de su naturaleza caótica. En ellos se cultivan una gran diversidad de plantas y flores, algunas de

sus parcelas están en barbecho y contienen maleza, hay casetas viejas, árboles frutales y arbustos de grosellas, montones de compost, estanques ocasionales y mucho más. También ayuda el hecho de que se utilicen pocos pesticidas. Beth Nicholls, que anteriormente participó en los estudios sobre pesticidas presentes en el alimento de las abejas que describí en el capítulo 7, ha estado analizando recientemente el uso de estos compuestos en los huertos urbanos cerca de Brighton. Descubrió que en la mayoría de ellos o no se utilizaban pesticidas o se recurría a ellos con muy poca frecuencia. Cuando cultivamos alimentos para nosotros o para alimentar a nuestros niños, la mayoría somos mucho más moderados que cualquier granja convencional en el uso de estos productos.

Segundo, Beth también ha colaborado con los arrendatarios de esos huertos para recoger información sobre su productividad y los resultados son sorprendentes. Muchos producen el equivalente a 20 toneladas de alimento por hectárea (un huerto urbano típico mide una cuadragésima parte de una hectárea) y unos pocos llegan a las 35 toneladas o incluso más. Supera, con creces, a los principales cultivos de las tierras de labranza del Reino Unido, trigo y colza, que producen alrededor de 8 y 3,5 toneladas por hectárea respectivamente (una gran parte se dedica a alimentar a los animales o a producir esos alimentos procesados que nos ayudan a estar gordos). Tenga en cuenta también que los productos de estos huertos son de proximidad, no se envasan, son saludables, y se suelen producir con un uso mínimo de productos químicos.

Tercero, la investigación descubrió que los suelos de estos huertos suelen ser mucho más sanos que los de las tierras de cultivo, hay más gusanos y el contenido de carbono orgánico es mayor, lo que ayuda a combatir el cambio climático.

Cuarto, un estudio realizado en los Países Bajos llegó a la conclusión de que los arrendatarios solían tener una mejor salud que los vecinos sin huertos, especialmente los de edad avanzada. Los investigadores no pudieron discernir si la causa era el consumo de frutas y verduras frescas, el ejercicio que hacían para cuidar de su huerto o si se debía a los beneficios sociales derivados. Dada la

gran cantidad de pruebas que demuestran que hacer ejercicio al aire libre y en espacios verdes es bueno tanto para nuestra salud física como para nuestra salud mental, este resultado no nos puede sorprender.

Resumiendo, los huertos urbanos producen una gran cantidad de alimentos, albergan mucha biodiversidad, tienen suelos sanos y hacen que las personas que los cuidan también estén más sanas. Todos ganan. Esto demuestra que no tenemos por qué elegir entre producir alimentos y cuidar de la naturaleza.

Es triste, pues, que tan solo en el Reino Unido haya una lista de espera de noventa mil personas que desean tener uno de esos huertos urbanos. Dados los beneficios que aportan, ¿no deberían los gobiernos liberar más tierras para satisfacer a estas personas? ¿No se podría dedicar una ínfima fracción de los 3.500 millones de libras que se dedican a subsidios agrícolas en el Reino Unido a comprar tierras para crear huertos? También se podría gastar una parte en animar a más personas a que cultiven sus propios alimentos (ya sean en huertos urbanos o en uno de su propiedad), tal vez a través de un programa de educación pública sobre los beneficios que aportan. También podrían enseñar a cultivarlos y deberían proporcionarles semillas gratuitas. Algunos políticos desean que, en un futuro cercano, la jornada laboral sea de cuatro días por semana. Con más tiempo libre disponible, puede que haya más personas que deseen cultivar sus propias frutas y verduras.

En el Reino Unido, consumimos actualmente unos 6,9 millones de toneladas de frutas y verduras cada año, de las cuales el 77 % son importadas con un coste de 9,2 millones de libras. Estas son estadísticas impactantes si tenemos en cuenta que nuestro clima y nuestros suelos son adecuados para hacer crecer muchos de esos cultivos. Por ejemplo, ¿por qué importamos dos tercios de las manzanas que comemos, cuando vivimos en una tierra que es perfecta para cultivarlas?[4] ¿Por qué en mi supermercado local se venden puerros de Chile (que se cultivan a unos 12.000 kilómetros de distancia) en marzo, una época del año en la que ya hay puerros locales? Dicho de forma muy cruda, con una gestión similar a la de los huertos urbanos, toda la fruta y

verdura que consumimos actualmente en el Reino Unido se podría cultivar en tan solo 200.000 hectáreas de tierra local (el equivalente al 40 % del área que ocupan actualmente los jardines o solo el 2 % del área total de las tierras de cultivo).

Por supuesto, no podríamos cultivar aguacates, plátanos o muchas otras frutas exóticas que se venden durante todo el año en nuestros supermercados. Las estaciones limitarían nuestros cultivos, pero estaríamos mucho más cerca de la autosuficiencia. Aún nos podríamos acercar más si todos aprendiéramos a valorar los productos locales, frescos y de temporada, y modificásemos nuestros hábitos alimentarios para adecuarlos a lo que está disponible en cada época del año. Siempre tendremos que importar algunos productos, pero si estos se conservan el tiempo suficiente para ser transportados por tierra o mar, los costes de carbono asociados son relativamente pequeños.[5]Podríamos compensar las importaciones con la exportación de cultivos que crecen bien en nuestro clima, como fresas, patatas, cerezas y guisantes, para que, en general, no seamos importadores netos de frutas y verduras.

Merece la pena analizar por qué en los huertos urbanos y en las pequeñas parcelas de verduras que se encuentran en muchos jardines se producen tantos alimentos en un entorno que no deja de ser sano y biodiverso. Intervienen diversos factores. Las pequeñas parcelas de cultivos y las hileras entremezcladas de diferentes especies son mucho menos susceptibles a las plagas, ya que a estas les resulta mucho más difícil localizar su alimento preferido en medio de todo el follaje. Los diferentes cultivos se cosechan en épocas diferentes, por lo que en el huerto siempre hay algo creciendo (si se siembra un único cultivo no ocurre lo mismo), así que el suelo no se erosiona y la materia orgánica puede acumularse con el tiempo. A esto último ayuda la incorporación de compost casero, ya que casi todos estos huertos suelen tener una pila. Las raíces de cultivos perennes como los arbustos frutales, el ruibarbo y los árboles, también ayudan a mantener el suelo unido. Los enemigos naturales de las plagas de los cultivos, como las mariquitas, los escarabajos carábidos y los sírfidos, suelen ser más abundantes, y la diversidad de plantas proporciona una gran

cantidad de lugares en los que esconderse, por lo que si finalmente las plagas encuentran un cultivo, no suelen durar mucho tiempo. Por todo eso resulta mucho más fácil cultivar frutas y verduras sin utilizar pesticidas. Las poblaciones de polinizadores son muy abundantes, ya que también se benefician de la diversidad de hábitats disponibles, por lo que los rendimientos de los cultivos no se ven limitados por la escasez de este tipo de criaturas. Al cultivar docenas de plantas diferentes muy cerca unas de otras, el horticultor obtiene múltiples cosechas cada año, en lugar de una sola, lo que ayuda a aumentar el rendimiento anual general. Se pueden cultivar diferentes plantas una al lado de la otra, aprovechando al máximo el espacio disponible. De esa forma, se parece mucho más a una comunidad vegetal natural que cualquier monocultivo extenso.

Ni en mis sueños más locos he imaginado que todo el mundo vaya a levantarse mañana y de repente desee alquilar un huerto o cavar la mitad de su jardín para cultivar verduras, por lo que siempre será necesario producir frutas y verduras para comercializarlas, y al igual que ocurre con los principales cultivos (trigo y colza), la mayoría de las frutas y verduras que se venden en el Reino Unido suelen crecer en monocultivos a gran escala, pero no tiene por qué ser así. La agricultura comercial podría optar por sistemas parecidos a los utilizados en los huertos, pero a una escala mucho mayor: la permacultura, la agroforestería y la agricultura biodinámica son variaciones de un mismo tema. Muchos las consideran métodos alternativos, excéntricos o jipis para producir alimentos, pero sus principios básicos son ecológicos. Para las tres es fundamental la regeneración del suelo y la acumulación de materia orgánica y de criaturas edáficas como las lombrices. Todas apuestan por una diversidad de cultivos, incluyendo plantas perennes y anuales, por lo que no hay grandes monocultivos.

La agroforestería se ha practicado de diversas formas desde hace miles de años y consiste en cultivar árboles u otras leñosas perennes cerca de los cultivos anuales. En su forma más sencilla, consiste en plantar líneas de frutales productivos en campos que se

utilizan para el pastoreo de animales o en los que deambulan gallinas de campo. Dependiendo del árbol que se plante, los beneficios pueden ser múltiples: una cosecha comestible de frutas o frutos secos, sombra para el ganado o para los cultivos que la agradecen, leña o materiales de construcción, pasto para los animales, mantillo para otros cultivos, mejora del drenaje, reducción de las inundaciones y conservación del suelo. Conviene incluir algunas especies de árboles porque fijan nitrógeno de la atmósfera y aumentan la fertilidad del suelo. En los trópicos, el café suele crecer en monocultivos, con los consiguientes problemas de erosión del suelo y aumento de plagas que requieren un uso generoso de pesticidas. En la naturaleza, el café es un arbusto que prospera en la sombra, por lo que se puede cultivar de una forma mucho más sostenible si se planta junto a árboles selváticos altos que le proporcionen esa sombra. De esta forma, el número de especies de insectos, aves y mamíferos silvestres que viven en las plantaciones aumenta enormemente, se reduce la presión ejercida por las plagas, desaparecen las malas hierbas y se facilita la polinización de los cultivos. Este café «que crece en la sombra» es mucho más valioso, ya que aporta muchos beneficios al medioambiente.

La permacultura es un sistema más difícil de explicar. Me parece un poco confusa; es más una filosofía que una ciencia. Su fundamento es trabajar con la naturaleza y no contra ella, algo que, por supuesto, apoyaría de todo corazón. Fue inventada en la década de 1970 por Bill Mollison, científico de la Universidad de Tasmania, junto a su doctorando David Holmgren. Mollison se inspiró al ver marsupiales pastando en los exuberantes bosques templados de Tasmania. Su idea era construir entornos en los que los humanos pudieran vivir siendo una parte más del conjunto de sistemas vivos, todos ellos funcionalmente complejos, interconectados y sostenibles. Abogaba por una observación prolongada y reflexiva de las interacciones y funciones de los organismos antes de «diseñar conscientemente paisajes que imitaran los patrones y relaciones de la naturaleza, a la vez que se cosecharían abundantes alimentos, fibras y energía para satisfacer

las necesidades locales». En la práctica, el sistema ideado por Mollison consistía en cultivar diversas plantas juntas, desde árboles y arbustos a hierbas y hongos, además de fomentar la presencia de animales silvestres y domésticos. No tengo claro si Mollison era un genio visionario o un jipi loco, o ambas cosas, pero está claro que tenía las mejores intenciones.

La agricultura biodinámica es un concepto desarrollado por Rudolf Steiner, un reformista social austríaco, en la década de 1920, y, básicamente, fue una reacción a la aparición de la agricultura química. A Steiner le preocupaba el deterioro aparente de la salud de los cultivos y del ganado, que él atribuía al creciente uso de fertilizantes artificiales. La agricultura biodinámica tiene mucho en común con la agricultura ecológica: no se pueden utilizar pesticidas y se fomentan prácticas muy sensatas como la rotación de cultivos, reservando el 10 % de la granja para la naturaleza, y, en general, se da prioridad al cuidado de la tierra y a la producción de alimentos saludables.

Sin embargo, hay aspectos de la agricultura biodinámica que traspasan los límites de la ciencia convencional. Los agricultores crean lo que llaman «preparaciones» de, por ejemplo, roca de cuarzo triturada, metida en un cuerno de vaca y enterrado en la tierra, o rellenando la vejiga de un ciervo con flores de manzanilla. Estas preparaciones se añaden al compost o se rocían sobre la tierra en cantidades homeopáticas. Aunque todo esto parece muy excéntrico, hace poco tuve la suerte de que me invitaran a una visita guiada por la granja biodinámica Plaw Hatch, en West Sussex, dirigida por una comunidad de personas que creen en este tipo de agricultura, muchas de los cuales viven allí mismo. Durante un almuerzo en común que comenzó con una bendición de la comida, desafié al personal a que me explicara la base científica de sus prácticas. Temí que se pudieran enfadar. Uno o dos de ellos estaban un poco a la defensiva y no tardaron en expresar su fe en la eficacia de sus preparativos. Lo que me resultó más interesante fue que otros miembros del grupo dijeron que no estaban seguros de que funcionasen, pero que para ellos no era importante. Las preparaciones se realizan en comunidad como ejercicio social una

o dos veces al año. El personal de la granja se reúne para recoger las flores en una especie de ejercicio destinado a unir al grupo. No hay pruebas científicas que demuestren que las preparaciones funcionan, pero tampoco encuentro ninguna que diga lo contrario. Me gustaría hacer algunos experimentos para probarlos, pero imagino que la mayoría de los organismos de financiación no se tomarían en serio mi solicitud de fondos. Por otro lado, incluso si estas preparaciones no mejoran en nada el crecimiento de los cultivos y su único papel es fomentar la cohesión social entre el grupo, ya es más que suficiente. Después de todo, las empresas convencionales suelen gastarse fortunas enviando a sus trabajadores a hacer ejercicios que fomentan el espíritu de equipo.

Plaw Hatch es una auténtica granja mixta que ocupa algo más de 80 hectáreas de terreno en las que podemos encontrar gallinas libres, ovejas, cerdos y ganado, algunos cultivos de cereales, pasto y una gran diversidad de verduras, frutas y flores. Tienen su propia lechería, donde fabrican una gama de quesos y yogures, y una tienda en la que la comunidad vende todos sus productos directamente al consumidor. Casi todo el alimento que producen lo consume la gente de los alrededores y los miembros del equipo de la granja. La única hectárea de huerto produce algo más de 20 toneladas de frutas y verduras cada año, a pesar de que una gran parte de esta superficie se dedica al cultivo de flores.

Mientras recorría la granja con Tali, mi guía, vimos una gran cantidad de mariposas y abejorros que pasaron zumbando cerca de nosotros, especialmente entre los cultivos de frutas y verduras. Tali tenía ganas de averiguar cómo podía lograr que hubiera todavía más insectos y me alegró poderle hacer algunas sugerencias, pero creo que ya lo estaban haciendo bastante bien.

Se podría decir que la desventaja de estos sistemas agrícolas «alternativos» es que requieren mucha más mano de obra. Plaw Hatch tiene contratadas a veinticinco personas, mientras que la media nacional para una granja de este tamaño es de 1,7 personas. La agricultura industrial está altamente mecanizada, por lo que no necesitan contratar a mucha gente (la cual es una de las principales causas de la desaparición de las comunidades rurales). Si

quisiéramos aumentar la extensión de la agricultura biomecánica o de la permacultura para que produjera una proporción importante de nuestro suministro de alimentos tendríamos que contratar a muchas más personas. ¿Sería eso algo malo? Se cree que en los próximos años desaparecerán muchos trabajos tradicionales, ya que el avance de la tecnología y de la inteligencia artificial hará que los humanos seamos innecesarios. Puede que una forma de ofrecer empleo remunerado sea expandiendo la agricultura a pequeña escala.

Es obvio que no es posible rediseñar nuestro defectuoso sistema alimentario global sin la participación de todos los países, pero podemos empezar a nivel local. Imagine que en todos los rincones de nuestras ciudades hubiera huertos urbanos y pequeñas granjas de agroforestería/permacultura/agricultura biodinámica, de modo que la mayoría de las frutas, verduras, huevos y pollos que comieran sus habitantes se cultivaran o criaran a pocos kilómetros de su lugar de residencia. En el Reino Unido, las zonas rurales cuyos suelos fértiles son ideales para cultivos típicos como los cereales y la colza (por ejemplo, Anglia Oriental y partes de las Tierras Medias) utilizarían métodos orgánicos o una GIP adecuada. La cantidad de pesticidas sería mínima y las rotaciones más prolongadas de cultivos incluirían años en barbecho (cuando en el campo no hay cultivo alguno) o plantaciones de un buen fijador de nitrógeno como el trébol para restaurar la salud edáfica. Los campos grandes estarían divididos por líneas de árboles autóctonos que captarían carbono y protegerían el suelo. La mejora de los mercados agrícolas y los programas de cestas ecológicas de verduras llevarían los productos de las granjas locales a las ciudades. En este mundo soñado, las personas reconectarían con la naturaleza y con los beneficios de comer productos locales saludables, de mayor calidad, frescos y de temporada.

Pero ¿cómo conseguimos llevar a cabo todos estos cambios? Desde hace tiempo, en la Unión Europea nos hemos topado con un obstáculo, la legislación de la Política Agraria Común (PAC). Se creó en 1962 con el objetivo de garantizar una elevada producción de alimentos y una industria agrícola próspera en los seis estados

miembro en aquel momento (Francia, República Federal Alemana, Bélgica, Italia, Luxemburgo y Países Bajos). A medida que la Unión Europea se fue expandiendo hasta llegar a incluir en 2019 a veintiocho estados, la PAC ha impulsado la intensificación de la agricultura en toda Europa durante los últimos cincuenta años a través de un sistema de subvenciones diseñado de tal forma que la mayor parte del dinero acaba en manos de los granjeros más poderosos, llevando a los más modestos a la quiebra. Se ha centrado en maximizar los rendimientos a pesar de los costes medioambientales, y a veces ha dado lugar a una descomunal sobreproducción de alimentos. La PAC también ha tenido consecuencias para los agricultores de los países subdesarrollados, quienes han tenido que competir con los productos subvencionados y más baratos procedentes de Europa.

Recientemente, tras un período caracterizado por la continua agitación y la polémica, el Reino Unido abandonó la Unión Europea. Independientemente de la opinión que uno tenga del Brexit, la salida ha liberado al Reino Unido de la PAC, por lo que ahora tiene una oportunidad magnífica para dar un giro a su agricultura y hacer cambios radicales urgentes antes de que la mayor parte de nuestra vida silvestre y nuestros suelos desaparezcan. Cada año se gastan en subsidios agrícolas 3.500 millones de libras[6]. Se utiliza el dinero de los contribuyentes para apoyar un sistema de agricultura industrial que produce abundantes gases de efecto invernadero, daña el suelo, sobreexplota los pastos de las tierras altas, contrata a muy pocas personas, contamina los ríos con fertilizantes y pesticidas, impulsa el declive de la vida salvaje y produce pocos alimentos saludables y muchos que no lo son. ¿Por qué pagamos estas subvenciones con nuestros impuestos que tanto nos ha costado generar? Sin embargo, la existencia de este sistema de subvenciones significa que disponemos de un mecanismo que se podría utilizar para reformar la agricultura. Imagínese que este dinero se destinara a sistemas agrícolas a pequeña escala y sostenibles como la agricultura ecológica o biodinámica para que produjeran alimentos para el consumo local, de tal manera que esas granjas pequeñas

fueran más viables económicamente, por lo que se construirían muchas más. Esto se podría hacer fácilmente primando a los agricultores para que no usen pesticidas y estableciendo un sistema de subvenciones que pagara más por hectárea de tierra a aquellos agricultores cuyas granjas fueran más pequeñas, limitando la cantidad máxima permitida. En la actualidad, el subsidio promedio por granja es de unas 28.000 libras por año, pero algunas de las más grandes llegan hasta las 300.000.

Por supuesto, sería mucho mejor si estos cambios se produjeran en toda Europa en lugar de tan solo en el Reino Unido. Si hubiéramos permanecido en la UE, podríamos haber impulsado esos cambios, aunque conseguir que veintisiete estados miembro se pusieran de acuerdo habría sido un enorme desafío, a menos que se produjera un importante giro en la opinión pública.

Un enfoque alternativo o complementario al reajuste del sistema de subvenciones que deberían tener en cuenta los gobiernos de todo el mundo consistiría en introducir impuestos sobre el uso de pesticidas y fertilizantes. Ambos tipos de productos contaminan y dañan el medioambiente, y parece razonable que el agricultor que los utilice pague por ello. Por ejemplo, eliminar el metaldehído (la sustancia de las bolitas de pesticidas para babosas) de nuestros suministros de agua potable cuesta muchos millones de libras al año, un dinero que pagamos todos en nuestras facturas del agua. Noruega y Dinamarca han introducido impuestos a los pesticidas que se recaudan en el punto de venta al que acuden los agricultores. Esta medida ha conseguido reducir su uso. El sistema danés se basa en aplicar impuestos más altos a los productos químicos más tóxicos y persistentes, una medida que parece más que razonable.

Si se recaudan esos impuestos, podrían utilizarse para apoyar la investigación y el desarrollo de sistemas agrícolas sostenibles. El rendimiento actual de los cultivos de la agricultura intensiva es el resultado de muchas décadas de grandes inversiones en investigación sobre nuevas variedades, técnicas de cultivo, desarrollo de nuevos pesticidas y tecnologías para aplicarlos. En cambio, apenas se ha invertido en investigación sobres sistemas

alternativos como la agricultura ecológica. En el Reino Unido, había muchas granjas experimentales financiadas por el gobierno en las que se investigaba para mejorar los métodos de cultivo, y en 1946, justo después de la guerra, el gobierno creó el Servicio Nacional de Asesoramiento Agrícola (NAAS por sus siglas en inglés y rebautizado como ADAS, Consultora para el Desarrollo Agrícola, en 1971) para aconsejar a los granjeros. Desde entonces, casi todas las granjas experimentales se han vendido y el ADAS empezó a ser deficitario. Finalmente, en 1997, fue privatizado. Ahora, los principales inversores en investigación y desarrollo agrícola son las grandes empresas que fabrican pesticidas y otros productos. Los únicos que asesoran a los agricultores son los agrónomos que, en su mayoría, trabajan para los fabricantes de pesticidas (algunos son independientes, pero, aun así, su principal fuente de información es el *marketing* y la promoción que hacen de sus productos las empresas agroquímicas). Dado que la producción de alimentos es básica para nuestra supervivencia, y que la forma en la que la hacemos tiene un impacto profundo en nuestro medioambiente, ¿no merecería la pena que se invirtieran fondos públicos para hacerlo mejor? Se deberían recuperar las granjas experimentales, financiadas por el gobierno, en las que se investigaría cómo optimizar la agricultura auténticamente sostenible y cómo reducir el uso de pesticidas en la agricultura convencional. Si el dueño de un jardín o un huerto puede obtener 35 toneladas de alimento de una hectárea de tierra sin ningún programa de entrenamiento o de investigación y desarrollo que lo apoye, imagine lo que se podría conseguir si adoptamos un enfoque científico para averiguar cuáles son las mejores estrategias. Se podría investigar qué combinaciones de cultivos crecen mejor, desarrollar variedades mejor adaptadas a este tipo de agricultura, averiguar cómo aumentar las poblaciones de insectos útiles como las mariquitas o las tijeretas y analizar cuál es la mejor manera de garantizar que el contenido de materia orgánica de los suelos aumente lentamente con el tiempo, en lugar de disminuir. Incluso podrían probar si las preparaciones biodinámicas funcionan o si hay algo de verdad en la práctica biodinámica de sembrar según las fases de la luna (¡mantenga

siempre la mente abierta!).

Además de los beneficios medioambientales, el cambio hacia sistemas agrícolas más sostenibles mejoraría la salud humana; ya he mencionado cómo el sobreconsumo de alimentos muy procesados y poco saludables, principalmente cereales, carne, azúcar y aceites, está repercutiendo en nuestra salud, longevidad y prosperidad. Los servicios de salud de todo el mundo soportan los enormes costes de las enfermedades crónicas derivadas de la mala alimentación. También existe una gran preocupación por los efectos a largo plazo de la exposición crónica a las mezclas de pesticidas que aparecen en nuestros alimentos. Estaríamos mucho más sanos, y nuestra economía mejoraría considerablemente, si pudiésemos convencer a todo el mundo para que mejorarse su dieta, comiese más frutas y verduras ecológicas de temporada y entendiese que la carne debe ser considerada un lujo ocasional. Eso generaría a su vez más demanda, lo que haría que las granjas tuvieran que producir más.

Nosotros mismos podríamos provocar que se produjeran esos cambios, algo parecido a lo que ha ocurrido con el veganismo entre los jóvenes de todo el mundo. Puede que los consumidores sean el grupo más poderoso de todos, ya que son sus compras las que financian todo el sistema alimentario. Si no comprásemos carne de vacuno alimentado con cereales en grandes dependencias de las que nunca salen, ni gallinas criadas en cautividad, este tipo de instalaciones dejarían de existir. Si dejásemos de comprar uvas traídas por aire desde Sudáfrica o Chile, los supermercados dejarían de venderlas. Si comprásemos frutas y verduras locales, ecológicas y de temporada, entonces las granjas dedicadas a la horticultura ecológica se multiplicarían alrededor de nuestras ciudades. Los grandes beneficios económicos derivados de contar con una población más sana harían que mereciese la pena que los gobiernos tomaran más medidas para fomentar una alimentación saludable, por ejemplo, asegurándose de que a los niños se les explican cuáles son los beneficios de ese tipo de alimentación desde una edad temprana (por ejemplo, aprender qué es una coliflor, a pesar de que hayan retirado el término del *Oxford Junior*

Dictionary) e invirtiendo en campañas de salud pública. En la década de 1980 el gobierno lanzó campañas advirtiendo de los peligros del VIH y el sida, aunque algunos podrían decir que era una amenaza relativamente trivial para nuestra salud si la comparamos con el daño que causan las dietas desequilibradas. Los gobiernos también podrían cargar los alimentos no saludables con más impuestos, como el actual «impuesto sobre el azúcar» que se aplica a los refrescos en el Reino Unido. Se podría proponer ampliarlo para cualquier alimento altamente procesado de escaso valor nutricional, aunque, si fuera así, acabaría incluyendo a casi todos los alimentos que se venden en nuestro supermercado local.

Ya he mencionado cómo los cambios en las subvenciones y los impuestos podrían encaminarnos hacia una producción de alimentos más sostenible, y también hacia una mayor inversión en I + D y en servicios independientes de asesoría que ayuden a los agricultores. Igualmente, estaría muy bien que nuestros gobiernos ofrecieran a los agricultores una preparación para que estuvieran al día de los conocimientos e investigaciones más modernos. Muchos profesionales de otros sectores están obligados a apuntarse a cursos de actualización de conocimientos, pero hay muy pocos para los agricultores. Basándome en mi experiencia, diría que los agricultores son más propensos a escuchar a otros agricultores antes que a cualquier otra persona, por lo que sería muy valioso contar con una red de granjas de demostración que puedan visitar para intercambiar ideas y ver cómo se aplican otras prácticas agrícolas.

Por supuesto, cualquier movimiento que hagamos para cambiar el modo en el que cultivamos alimentos ha de contar con la participación de los propios agricultores. Es fundamental que se unan al proyecto, pero conseguirlo puede ser muy complicado. Para ellos, la agricultura es más que un simple trabajo, es una forma de vida y conforma su identidad de una forma muy diferente a como lo hace cualquier otra profesión. Es muy posible que cualquier sugerencia que hagamos culpabilizando a la agricultura del declive de los insectos, la erosión del suelo o la contaminación de las vías fluviales provoque una reacción defensiva y un

atrincheramiento en sus posiciones. En el Reino Unido, la Unión Nacional de Agricultores niega todo este tipo de acusaciones, lucha contra la regulación y restricción del uso de pesticidas y discute todas las pruebas, más que evidentes, que demuestran que la vida silvestre de las tierras de cultivo está sufriendo un declive especialmente rápido. Es una pena que los ecologistas y los agricultores se enfrenten tan a menudo, ya que todos tenemos los mismos intereses comunes. No es culpa de los agricultores que hayamos acabado teniendo un sistema de producción de alimentos que es claramente ineficiente y perjudicial para nuestra salud y para el medioambiente. Podríamos culpar a las políticas y subvenciones gubernamentales, a los supermercados, a los operadores bursátiles, a la industria agroquímica o a las elecciones que realizamos cuando compramos. Todos somos culpables, y necesitamos a los agricultores y la agricultura, ya que sin ellos moriríamos de hambre. A todos nos interesa que puedan tener una vida decente y producir suficiente alimento, y que a la vez utilicen métodos que cuiden el suelo, reduzcan las emisiones de carbono y cuyos campos faciliten la presencia de poblaciones sanas de polinizadores. Ningún agricultor desea pasarles a sus hijos una granja degradada y vacía. A todos nos interesa reconocer la existencia de los problemas que nos acucian y, juntos, encontrar la manera de solucionarlos.

Hormigas constructoras de trampas

En las profundidades de las pluviselvas amazónicas vive una pequeña hormiga, *Allomerus decemarticulatus*, cuya forma de atrapar a sus presas es bastante inusual. Esta hormiga es arborícola, su nido no está bajo tierra, sino dentro de los domacios del árbol *Hirtella physophora*, algunas de cuyas hojas se curvan formando esas cámaras huecas. El árbol también les proporciona néctar dulce que exuda a partir de unas glándulas que se encuentran en la base de las hojas. Que sepamos, esta especie de hormiga es la única que construye trampas para atrapar insectos. Cortan los tricomas de la planta y los entrelazan con hilos de hongos cultivados por ellas mismas y secreciones pegajosas regurgitadas para construir una estructura similar a una esponja que envuelve completamente los tallos de la planta. La estructura está llena de agujeritos en los que se pueden esconder cientos de individuos. Desde dentro, asoman sus cabecitas con sus afiladas mandíbulas abiertas de par en par. Si un insecto grande, como un saltamontes o una mariposa, tiene la mala fortuna de pasar junto a esa estructura o posarse sobre ella, y sus patas o cualquier otra extremidad están al alcance de las hormigas, estas las agarran y tiran de ellas, sujetándolas como si de un potro de tortura se tratase. Una vez que el insecto está completamente inmovilizado, el resto de las hormigas salen de la estructura esponjosa, descuartizan cuidadosamente a su presa y se llevan los trozos a su nido. La planta sale presuntamente beneficiada porque se libera de todos los insectos herbívoros.

20

Naturaleza por doquier

Los británicos nos creemos que somos grandes amantes de la naturaleza, dotados de un fuerte vínculo emocional con nuestra tierra «verde y placentera»,[1]independientemente de que vivamos en una cabaña en el campo o en un piso en la ciudad. Tenemos una larga tradición de fascinación, tanto *amateur* como profesional, por el mundo natural, que se remonta al siglo XVIII con personas como James Hutton, Gilbert White o Joseph Banks. En la actualidad, algunos de los mejores ecólogos del mundo son británicos, a los que hay que añadir todo un ejército de entusiastas expertos que recogen datos para toda una serie de programas: cuentan mariposas y abejas, vigilan estanques, anillan aves, etcétera. La Unidad de Historia Natural de la BBC, situada en Bristol, ha producido algunas de las series televisivas más inspiradoras y hermosas sobre la naturaleza, en las que se explica la situación real en la que se encuentra actualmente el mundo natural. Esos programas han convertido a David Attenborough en un experto reconocido a nivel mundial. La Real Sociedad para la Protección de las Aves (RSPB, por sus siglas en inglés) tiene más de un millón de miembros. Las organizaciones conocidas como Wildlife Trusts no están muy lejos, con sus 800.000 miembros, y hay muchas más organizaciones sin ánimo de lucro, pequeñas y prósperas, que se centran en diversos grupos de especies, desde abejorros a mariposas, desde mamíferos a plantas.

Nuestro entusiasmo colectivo por la naturaleza ha propiciado la creación de diferentes tipos de áreas protegidas. En el Reino

Unido, tenemos 224 Reservas Naturales Nacionales, que, en conjunto, ocupan una superficie de 94.000 hectáreas. Tenemos reservas protegidas por leyes internacionales, como los espacios del Convenio Ramsar, que forman parte de una red mundial de humedales protegidos por un tratado internacional, y los de la red Natura 2000 (áreas protegidas por la legislación europea). Luego están los Lugares de Especial Interés Científico (SSSI por sus siglas en inglés), las Zonas Especiales de Conservación y muchas reservas naturales locales, gestionadas en algunos casos por la RSPB, por algún Wildlife Trust o por diversas ONG como Woodlands Trust; y, por si eso no fuera suficiente, tenemos Áreas de Destacada Belleza Natural, una red de Parques Nacionales y la Fundación Nacional para Lugares de Interés Histórico o Belleza Natural, que gestiona unas 250.000 hectáreas de tierra. En total, el 35 % de la superficie del Reino Unido goza de algún tipo de protección.

Sería fácil creer que, con estas cifras, nuestra naturaleza está a salvo y que ya hemos hecho suficiente, y, aun así, nuestra vida silvestre está sufriendo un declive vertiginoso. Un estudio académico reciente, un gran proyecto de colaboración internacional dirigido por el profesor Andy Purvis, del Museo de Historia Natural de Londres, analizó cómo ha variado la abundancia y diversidad de 39.000 especies de plantas y animales de 18.600 lugares diferentes y calculó un «Índice de Biodiversidad Intacta» para cada país. De los 218 países incluidos en el estudio, el Reino Unido se encuentra en el puesto 189, lo que nos convierte en uno de los países cuya naturaleza está más deteriorada.

¿Qué es lo que ha fallado? Una importante parte del problema es que todas esas protecciones que he mencionado anteriormente son poco más que una ilusión. Una gran proporción de la tierra de nuestros Parques Nacionales y la perteneciente a la Fundación Nacional para Lugares de Interés Histórico o Belleza Natural es tierra de cultivo gestionada de forma intensiva, con la habitual mezcla de pesticidas asociados. No se diferencia en nada del resto de los campos agrícolas. Además, el Departamento de Medioambiente, Alimentación y Asuntos Rurales (DEFRA) calculó recientemente que solo el 43 % de nuestros Lugares de Especial

Interés Científico estaban en «buenas condiciones», y la mayoría apenas reciben visitas de los inspectores encargados de vigilar su estado. Los lugares más protegidos, como las Reservas Naturales Nacionales, pueden ser destruidos en cualquier momento, por ejemplo, para dar paso a una circunvalación o a un nuevo trazado ferroviario como el del tren de alta velocidad HS2 que unirá Londres y Birmingham, si el gobierno decide que es conveniente. Incluso esas reservas naturales bien gestionadas que han sido protegidas para evitar su urbanización son islas pequeñas, rodeadas de entornos hostiles, acosadas por fuerzas como el cambio climático, las especies invasoras y la contaminación de las tierras colindantes.

Los 211.000 kilómetros cuadrados que ocupan los sesenta y dos Parques Nacionales protegidos en Estados Unidos se enfrentan a problemas similares. Se supone que son áreas salvajes libres de actividades humanas. Aun así, en muchas de ellas se realizan perforaciones petrolíferas y de gas o llegan especies invasoras. En unas cuantas de esas zonas se permite la caza, y el cambio climático las está afectando a todas. Por ejemplo, diversos factores están deteriorando el Parque Nacional Everglades, entre ellos, la sobreexplotación de agua para irrigar cultivos, la contaminación por fertilizantes y pesticidas y la llegada de nada menos que 1.392 especies invasoras, desde pitones birmanas hasta árboles de té australianos.

Está claro que intentar reservar zonas para la naturaleza no ha sido una buena estrategia para evitar la pérdida de biodiversidad, aunque es indudable que las reservas naturales tienen mucho valor, pero necesitamos hacer mucho más. Nos dirigimos hacia un Armagedón medioambiental y, para evitarlo, es necesario reconocer que nuestras estrategias actuales no funcionan y que no podemos seguir haciendo las cosas como las hacíamos en el pasado. No es demasiado tarde para salvar al planeta, pero para conseguirlo necesitamos aprender a vivir con la naturaleza, valorarla y celebrarla, y respetar a todas las formas de vida tanto como a nosotros mismos, especialmente a las más pequeñas. Para que la vida prospere en la Tierra, tenemos que invitarla a vivir en

nuestras ciudades y en nuestras tierras de cultivo. Debemos encontrar métodos para cultivar alimentos nutritivos sin expulsar a la naturaleza. Métodos que aprovechen el poder de los insectos y de otros animales para controlar las plagas y que no sean perjudiciales para el suelo. Necesitamos que nuestra huella planetaria sea cada vez menor, reduciendo el desperdicio de alimentos y dejando de consumir tantísima carne y alimentos procesados, para que, de ese modo, podamos dar más espacio a la naturaleza. Con una dieta predominantemente vegetal, complementada con pequeñas cantidades de pescado y carne de animales libres que se alimentan de pastos, podríamos reducir la superficie de tierra destinada a producir alimentos para los humanos y devolvérsela a la naturaleza.

Si pudiésemos hacer todo esto, podríamos restaurar importantes zonas del planeta. En 1967, E. O. Wilson, a quien ya he mencionado con anterioridad, y su compañero Robert MacArthur escribieron *The Theory of Island Biogeography*, un libro con un título poco atractivo pero que explicaba, por primera vez, por qué en las islas pequeñas y aisladas viven tan pocas especies, mientras que en las grandes y conectadas viven muchas más. Cincuenta años más tarde, en 2016, Wilson propuso, en su libro *Medio planeta*, que deberíamos dejarle a la naturaleza la mitad de la superficie del planeta. Puede parecer una idea absurda, ya que nuestro mundo está superpoblado (dentro de nada llegaremos a los diez mil millones de personas). Pero deja de parecerlo si tenemos en cuenta que cultivamos tres veces las calorías que necesitamos para alimentar a toda la población humana. La verdad es que sería perfectamente posible dejar de cultivar en una gran parte de la tierra que es poco productiva y seguiríamos teniendo suficiente para alimentarnos a todos.

Pondré un ejemplo fácil de entender, la ganadería de Brasil. Los ganaderos son responsables del 80 % de toda la deforestación de la Amazonia. Liberan 340 millones de toneladas de dióxido de carbono en la atmósfera cada año, además de otros 250 millones de toneladas en forma de metano procedente del ganado. Incendian el bosque durante la época seca. Cuando llegan las

lluvias, el suelo está desprotegido y su erosión hace que se lo lleve el viento o acabe disgregado en los ríos. En la actualidad, Brasil tiene unos 190 millones de cabezas de ganado bovino y exporta su carne a todo el mundo, especialmente a Estados Unidos, Europa y al creciente mercado asiático. A nivel mundial, el 2 % de las calorías que consumimos proceden de la carne de vacuno, aunque el 60 % de toda la tierra agrícola del mundo se dedica a la producción de ese tipo de carne. Después de uno o dos años, una parte de la tierra amazónica arrebatada al bosque para que paste el ganado sigue siendo lo suficientemente fértil como para ser vendida a los agricultores que cultivan soja y judías. Estos cultivos se exportarán sobre todo a Estados Unidos y Asia, donde se utilizará para alimentar a reses y cerdos. Pasados unos años, en los terrenos cuyo suelo no es muy profundo, ya no se puede cultivar nada. La solución de los ganaderos es robarle más tierra al bosque. Sistemas tan desafortunados como este sirven para alimentar al mundo, pero al mismo tiempo tienen un efecto enormemente negativo tanto sobre el clima mundial como sobre la biodiversidad. Es urgente que encontremos una manera de detener este tipo de agricultura de tala y quema para proteger todo lo que queda de los bosques amazónicos e intentar restaurar las tierras dañadas.

Más cerca de casa, en el Reino Unido, hay muchas zonas que no son aptas para la agricultura productiva y que se podrían devolver a la naturaleza para que aproveche la tierra mejor que nosotros. El proyecto Knepp, en West Sussex, es un ejemplo bien conocido. Antiguamente era una granja agrícola de 1.700 hectáreas de cultivos herbáceos y pastos que acumulaba pérdidas a pesar de los subsidios agrícolas. La principal razón era que el suelo de arcilla pesada es muy difícil de trabajar y no es especialmente fértil, por lo que el rendimiento de los cultivos era bajo. Los propietarios decidieron «resilvestrarlo». Liberaron algunos animales de pasto (vacas, ponis, venados y también cerdos), dejando que la naturaleza siguiera su curso. Casi veinte años después, esa tierra está llena de vida. Allí prosperan poblaciones de algunas de las aves e insectos más difíciles de ver en otros lugares, entre ellos ruiseñores comunes, tórtolas, mariposas tornasoladas y

una fantástica diversidad de escarabajos peloteros que se alimentan del estiércol, libre de pesticidas, de los animales de mayor tamaño. Hay muchas otras zonas del Reino Unido en las que los agricultores luchan para llegar a fin de mes, a pesar de las subvenciones, ya que sus tierras producen pocos alimentos. El ecologista George Monbiot ha sugerido que se debería devolver a la naturaleza una buena parte de las tierras altas de Gran Bretaña, una gran proporción de las cuales está siendo pastoreada por ovejas o ciervos o gestionada mediante la quema rotativa para incentivar el crecimiento de las poblaciones de lagópodos escoceses. El sobrepastoreo de estas tierras ha reducido su biodiversidad y ha compactado el suelo, por lo que el agua de lluvia se escurre rápidamente y provoca inundaciones río abajo. Además, los animales que allí pastan producen metano.

Hace tiempo, en algunas zonas de las tierras altas del noroeste de Gran Bretaña había pluviselvas compuestas por robles retorcidos y cubiertos de líquenes, un hábitat que se ha perdido casi por completo. En los estrechos valles de las Tierras Altas de Escocia, había magníficos bosques caledonios llenos de pinos en los que prosperaban urogallos, martas y gatos monteses. Pero la mayoría fueron talados. Otras zonas de las tierras altas estaban situadas sobre rocas impermeables que impedían el drenaje del agua, por lo que dieron lugar a lechos de crecimiento lento compuestos por rica turba negra, depositada allí durante miles de años. Quedan muchas turberas, pero la mayoría se han visto perjudicadas por los intentos, poco meditados, de drenarlas. Todos estos hábitats pueden albergar una gran biodiversidad. Además, reducen las inundaciones y son un reclamo turístico. Es muy posible que todos estos beneficios sociales sean más importantes que la poca carne y lana que producen esas tierras.

Desgraciadamente, decir estas cosas suele resultar controvertido. Los granjeros de esas tierras que, desde hace generaciones, han tenido ovejas, creen que se les quiere expulsar de su hogar, por lo que perderían su modo de vida. Son miedos comprensibles, pero no podemos justificar seguir haciendo algo que es dañino para el medioambiente solo porque lo hemos hecho

durante mucho tiempo, especialmente si necesitamos que otros nos lo subvencionen para mantenerlo. En cualquier caso, nadie está proponiendo recrear los conocidos como Highland Clearances, el proceso por el cual muchos de los arrendatarios escoceses fueron expulsados de sus tierras por los codiciosos terratenientes a finales del siglo XVIII. Nadie está obligando a la gente a que abandone su tierra, y además se puede llegar a un acuerdo. Al igual que ocurre en Knepp, en las reservas naturales suele haber un número reducido de animales de pasto que se usan como herramientas de gestión, ya que son beneficiosos para la biodiversidad. La diferencia entre «resilvestrar» la naturaleza al estilo Knepp y la ganadería extensiva es difusa, ya que en Knepp el ganado se sacrifica y se vende su carne. Históricamente, fue la acción del pastoreo de baja intensidad llevado a cabo por unas pocas ovejas y reses lo que ayudó a crear la maravillosa y rica flora de, por ejemplo, las colinas de tiza y piedra caliza del Reino Unido, los prados calcáreos del sur de Francia y las praderas situadas a gran altitud de los Alpes. La densidad de la población es la clave: pocos animales de pasto, o el pastoreo intensivo ocasional seguido de períodos de descanso, podrían ser una estrategia óptima en algunos lugares, ya que la producción de metano de esos animales se ve compensada por los beneficios que aportan a la fauna y a la salud del suelo.

El sueño de los partidarios de recuperar el estado natural de un lugar es ir más allá de lo que se ha hecho en Knepp y reintroducir animales perdidos hace tiempo, como el castor, además de grandes depredadores como linces, lobos y osos. Los castores pueden realizar un fantástico trabajo creando humedales y reduciendo las inundaciones río abajo, mientras que los depredadores podrían, teóricamente, eliminar la necesidad de sacrificar ganado. En el Reino Unido, nos hemos acostumbrado a vivir en un país en el que no hay grandes depredadores, por lo que la simple mención de reintroducir lobos puede ser suficiente para provocar más de una apoplejía en algunos sectores, pero no es una idea tan descabellada. Después de todo, los agricultores y los lobos conviven sin problemas insuperables en casi todos los países de la

Europa continental. Recientemente, los lobos han regresado a los Países Bajos, uno de los países pequeños más densamente poblados de Europa, mientras que se calcula que, en su vecina Alemania, viven unos 1.300 lobos en 105 manadas, conviviendo con una población humana de 83 millones.

Los beneficios turísticos derivados de, por ejemplo, poder ver lobos en libertad en un rincón salvaje de Escocia superarían con creces las pérdidas económicas asociadas a cualquier daño que puedan ocasionar al ganado, las cuales, de todas formas, siempre se podrían compensar.

Tengo un sueño en el que los jardines de todo el país están llenos de flores silvestres, abejas, aves, mariposas y verduras ecológicas y en el que las áreas urbanas están libres de pesticidas. En las rotondas, las cunetas de las carreteras y los parques de las ciudades se han plantado flores silvestres y árboles con flores, visitados todos ellos por numerosos insectos. Nuestras ciudades, la mayoría de las cuales se encuentran sobre suelos fértiles en los que los primeros habitantes decidieron establecerse, están rodeadas de huertos urbanos y pequeñas granjas en las que se practican de forma intensiva la agricultura biodinámica y la permacultura, y en las que se producen abundantes frutas y verduras frescas que se venden directamente en las ciudades. Los cultivos son polinizados por abejas, avispas y sírfidos y un ejército compuesto por mariquitas, tijeretas, escarabajos soldado y neurópteros los protegen de las plagas. En el campo, las granjas son mixtas, con un pequeño número de cabezas de ganado y muchos más árboles que en la actualidad. En ellas el uso de pesticidas es mínimo. Además, se centran más en la sostenibilidad y en la salud del suelo que en maximizar el rendimiento. Los agricultores cuentan con el apoyo de la investigación independiente, granjas de demostración, formación profesional y una red de asesores igualmente independientes. Muchas son completamente ecológicas y en todas ellas se utilizan pesticidas únicamente como último recurso. En los suelos más pobres, que nunca han producido muchos alimentos, los proyectos de recuperación de la naturaleza similares al de Knepp favorecen la presencia de una rica biodiversidad y proporcionan un

lugar que los habitantes de la ciudad pueden visitar y en el que experimentan la naturaleza en estado salvaje. Además de todo esto, nuestros lugares más especiales, nuestras reservas naturales y los Lugares de Especial Interés Científico son considerados sagrados, lugares en los que la naturaleza tiene la prioridad por encima del apetito humano de construir más carreteras, fábricas o urbanizaciones. Estas áreas cuentan con la suficiente financiación aportada por el gobierno para que se cuiden adecuadamente. Nuestros ríos han recuperado su estado natural, se han retirado las riberas canalizadas para que puedan serpentear como lo hacían antes y nubes de moscas efímeras brillan sobre el agua en cualquier anochecer estival. Los castores construyen presas y crean nuevos humedales, lo que aumenta la biodiversidad y reduce las inundaciones río abajo. En las tierras altas remotas, se han creado importantes áreas silvestres en las que se pueden recuperar bosques nativos y en las que los linces, los lobos y los osos deambulan libremente, y lo más importante, en mi mundo soñado, los humanos no creen que sus necesidades estén por encima de las del resto de las criaturas.

Todo esto puede parecer poco creíble, pero ¿de qué sirven los sueños si no puedes dejar volar tu imaginación? Nada de lo que he expuesto es imposible, ni siquiera es difícil. Tenemos que cambiar. Tenemos que aprender a vivir en armonía con la naturaleza, vernos a nosotros mismos como parte de ella, no intentar gobernarla y controlarla con puño de hierro. Nuestra supervivencia depende de ello, como la del glorioso espectáculo que ofrecen todas las formas de vida con las que compartimos nuestro planeta.

Mantíspidos

Incluso en el mundo de los insectos, repleto como está de criaturas de aspecto extraño, la apariencia de quimera de los mantíspidos destaca por su rareza.

La parte frontal de estas criaturas se parece mucho a la de una mantis, con unas poderosas patas anteriores raptoras y una cabeza triangular con grandes ojos. Es un ejemplo maravilloso de lo que los científicos llaman «evolución convergente», en la que dos criaturas no emparentadas evolucionan de tal forma que acaban pareciéndose mucho una a la otra como solución a un problema común (en este caso, capturar y someter eficazmente a sus presas). Sin embargo, la parte trasera de los mantíspidos parece ser de otra criatura bien diferente, con dos pares de alas diáfanas y un abdomen blando y rechoncho que se parece, superficialmente, a la parte trasera de un neuróptero o un tricóptero para aquellos que están familiarizados con esas criaturas. En unas pocas especies, el extremo trasero se parece al de una avispa, con franjas amarillas y negras. Al igual que ocurre con muchos otros insectos, su ciclo vital es extraordinario. Las larvas jóvenes permanecen al acecho esperando que pase una araña lobo, a la que se agarran o, lo que es más común, trepan y se meten en sus pulmones. Se alimentan sorbiendo la hemolinfa de la araña (su sangre), para lo que utilizan un tubo perforador formado por mandíbulas y maxilares modificados. Si la araña pone un saco de huevos, la larva se mete dentro y luego completa su desarrollo allí mismo succionando el contenido de cada uno de ellos. Las arañas lobo portan su saco de huevos sobre su espalda para protegerlo, pero parece que son incapaces de detectar que su descendencia está siendo consumida lentamente.

Para mi pesar, estas extrañas criaturas no se encuentran en el Reino Unido, pero sí en el sur de Europa, en los trópicos y en gran parte de Norteamérica.

21

Todos podemos hacer algo

No hay ninguna duda de que los insectos están desapareciendo y, dada su crucial importancia para el correcto funcionamiento de los ecosistemas sanos y el papel fundamental que desempeñan en nuestro sistema de producción de alimentos, este hecho debería ser motivo de honda preocupación para todos nosotros. Su declive es una señal de que la frágil red que interconecta a todas las criaturas de nuestro planeta está empezando a romperse; ya es muy tarde para la tijereta gigante de Santa Elena y para el abejorro de Franklin, pero no lo es para la mayoría de las especies que quedan. Para salvarlas, debemos actuar y debemos hacerlo ya. Que solo lo hagamos uno o dos de nosotros no será suficiente. Necesitamos un ejército, necesitamos implicar a todos los niveles de la sociedad. Dado que usted ha llegado hasta este capítulo, espero que se haya dado cuenta de la importancia que tiene que todos rememos en la misma dirección si queremos modificar nuestra relación con las pequeñas criaturas que viven a nuestro alrededor. A continuación, daré unos consejos prácticos sobre las numerosas medidas que todos debemos tomar: algunas son muy sencillas, otras son más difíciles, pero todas están a nuestro alcance; un manifiesto para un mundo mejor y más verde.

Las acciones que sugiero a continuación están planteadas desde una perspectiva británica, pero la inmensa mayoría de ellas se pueden aplicar en todas partes.

Fomentar la conciencia medioambiental

Necesitamos que la sociedad valore el mundo natural tanto por lo que hace por nosotros como por su valor intrínseco, y lo ideal es empezar con nuestros hijos.

¿Qué pueden hacer los gobiernos nacionales?

- Formar, de manera continua, a todos los profesores para que puedan enseñar historia natural de una forma eficiente. En la actualidad, muchos profesores no tienen los suficientes conocimientos para hacerlo como es debido. Sería muy importante contar con un centro de formación donde los profesores pudieran acudir para recibir un curso intensivo de estudios sobre la naturaleza.
- Dotar a todas las escuelas de un acceso seguro a un espacio verde en el que los niños tengan la oportunidad de interactuar con la naturaleza. Crear una red de asesoramiento y apoyo para lograr que los terrenos de las escuelas sean más respetuosos con la vida silvestre.
- Enseñar historia natural en la escuela primaria y que se dé, al menos una vez por semana, una clase al aire libre. Si se hace bien, será la clase más divertida de toda la semana, una que todos los niños esperarán con ansias.
- Crear una asignatura de historia natural en la enseñanza secundaria.
- Hermanar las escuelas con granjas respetuosas con la naturaleza y proporcionar financiación para las visitas. De esa forma todos los niños podrán visitar una granja al menos una vez al año, aprenderán cómo se producen los alimentos y conocerán los retos a los que se enfrenta la agricultura.

¿Qué podemos hacer todos nosotros?

- Vote al partido cuyas políticas medioambientales sean más sólidas y convincentes, tanto en las elecciones municipales como en las nacionales. En el Reino Unido, nuestro sistema electoral de escrutinio mayoritario uninominal puede hacernos pensar que votar al Partido Verde es una pérdida de tiempo, pero si los partidos mayoritarios ven que los Verdes reciben muchos votos, intentarán imitar sus políticas.
- Escriba al diputado de su circunscripción a intervalos regulares instándole a que apoye las iniciativas ecológicas. A muchos diputados el tema medioambiental no les interesa lo más mínimo, pero usted puede empezar a educarlos.
- Corra la voz. Utilice cualquier medio que esté a su disposición. Las redes sociales son medios de comunicación con un poder enorme; utilice las plataformas que desee para compartir historias, actividades o campañas interesantes sobre insectos y publique lo que usted y otros están haciendo para ayudar. Anime a sus amigos y vecinos a que remodelen su jardín para que sea más respetuoso con los insectos y consideren algunas de las acciones que ya he mencionado.

Lograr que nuestras ciudades sean más verdes

Imagínese unas ciudades verdes llenas de árboles, huertos con verduras, estanques y flores silvestres creciendo en cualquier espacio disponible, y todo ello sin recurrir a los pesticidas. Podemos transformar nuestras áreas urbanas, y qué mejor que empezar a hacerlo ahora mismo, en nuestros jardines.

¿Qué pueden hacer aquellos que tienen un jardín o un huerto?

- Pueden cultivar flores que sean especialmente ricas en

néctar y polen para así atraer a más polinizadores como abejas, mariposas y sírfidos. Puede encontrar muchos consejos en muchos sitios, por ejemplo, en mi libro *The Garden Jungle* o en Internet (p. ej. en shorturl.at/coxP4). Los centros de jardinería suelen incluir en sus etiquetas información sobre si la planta en cuestión es ideal para los polinizadores; pero tenga cuidado: muy a menudo, estás plantas contienen insecticidas. También puede probar la herramienta BeeKind de la organización Bumblebee Conservation Trust para ver cuál es la situación en la que se encuentra su jardín (es fácil de encontrar en Internet).

- Cultive plantas que proporcionen alimento a las mariposas y las polillas, como el berro de prado, el loto corniculado, la hiedra y las ortigas.
- Corte el césped con menos frecuencia. Deje que florezca. Se sorprenderá de la cantidad de flores diferentes que viven en él.
- Vaya un paso más allá y cree su propia pradera en miniatura de flores silvestres. Simplemente deje de cortar una parte de su césped, hágalo solo una vez al año, en septiembre, y vea lo que ocurre. Crecerá una mezcla de hierbas y (normalmente) algunas flores. Puede mejorarlo plantando más flores silvestres típicas de las praderas.
- Reconsidere el término «malas hierbas» para plantas como el diente de león y véalas como «plantas silvestres». Se ahorrará un montón de tiempo si en lugar de eliminarlas las deja crecer. Plantas como los dientes de león, las hierbas de Santiago, las brancas ursinas o los geranios robertianos son flores muy buenas para los polinizadores.
- Cuando los tablones de su valla de madera se pudran y se caigan, algo que pasará inevitablemente con el paso de los años, sustitúyalos por un seto de especies vegetales mixtas y autóctonas. Deja pasar a criaturas como los erizos, proporciona alimento a las orugas y a los polinizadores,

captura carbono mientras crece y nunca tendrá que reemplazarlo.

- Compre o fabrique un hotel para abejas. Si pide ayuda a sus hijos seguro que se divertirán. Puede encontrar un montón de consejos en Internet. En resumen, solo tiene que hacer agujeros horizontales cerrados en el fondo, de unos 8 milímetros de diámetro, ya sea perforando un bloque de madera o atando cañas de bambú. Algunos diseños comerciales incorporan ventanas para que usted pueda curiosear en su interior y ver qué están haciendo las abejas en sus nidos.
- Cave un estanque y verá lo rápido que es colonizado por libélulas, escarabajos girínidos, tritones y patinadores. Incluso los estanques más pequeños, hechos reciclando un viejo fregadero u otro contenedor impermeable, pueden albergar una gran cantidad de vida. Asegúrese de que si cae dentro cualquier animal pueda salir fácilmente.
- Cree un lago para sírfidos, un pequeño hábitat acuático en el que estas criaturas puedan reproducirse. Encontrará consejos sobre cómo hacerlo en https://www.hoverflylagoons.co.uk/
- Cultive sus propias frutas y verduras saludables, de kilómetro cero. Cada lechuga o zanahoria que siembre le ahorrará dinero y eliminará todos los costes medioambientales de los alimentos que habría tenido que comprar, evitando así su envasado y posterior transporte hasta su supermercado.
- Plante un árbol frutal. Los hay enanos, aptos para jardines diminutos. Los más pequeños incluso se pueden plantar en una maceta grande en un patio o en una terraza. Los frutales proporcionan flores para los polinizadores y fruta fresca para usted. Hay tantos que se le hará la boca agua eligiendo: manzanos, perales, ciruelos, membrilleros, albaricoqueros, moreras, melocotoneros, higueras y

muchos más.

- Evite utilizar pesticidas en su jardín; no son necesarios. Si simplemente ignora las plagas, lo más seguro es que, más pronto que tarde, venga una mariquita, una larva de algún sírfido o algún neuróptero y se las coma. Si tiene plantas ornamentales que son atacadas por plagas con mucha frecuencia, es muy posible que sea porque están creciendo en un lugar que no es adecuado para ellas. Las malas hierbas también pueden ser consideradas flores silvestres, pero si quiere eliminarlas, retírelas a mano, o utilice una alfombra vieja o cualquier otro material impenetrable para asfixiarlas.
- Utilice la siembra conjunta para fomentar la polinización de los cultivos hortícolas y para atraer a los enemigos naturales de las plagas de este tipo de plantas. Por ejemplo, parece ser que las caléndulas francesas ayudan a espantar a las moscas blancas que atacan a los tomates y que la borraja atrae a los polinizadores de las fresas.
- Reserve una esquina para que allí crezca libremente la naturaleza. No haga nada de nada. Será su pequeño proyecto de resilvestración.
- Coloque en algún lugar una pila de troncos o pedazos de madera, dejando que se pudran. Brotarán hongos y aparecerá toda una miríada de pequeños descomponedores.
- Construya un depósito de compost y recicle las sobras de la comida. Tendrá compost fértil al mismo tiempo que proporcionará un hogar a lombrices, cochinillas de la humedad, milpiés y muchas más criaturas.

¿Qué pueden hacer los gobiernos nacionales?

- Prohibir el uso de pesticidas en áreas urbanas, siguiendo el ejemplo de Francia y de muchas ciudades de otros

países, por ejemplo, Gante, Portland o Toronto. Francia prohibió el uso de pesticidas en espacios verdes públicos en 2017 y, desde principios de 2020, prohibió su venta excepto a agricultores registrados. Eso significa que ya no se utilizarán a nivel doméstico, ni se podrán encontrar en las estanterías de los centros de jardinería, bricolaje o supermercados. Si eso se puede conseguir en toda Francia, ¿por qué no en el resto de los países? En el Reino Unido, la Red de Acción Contra los Pesticidas (PAN, por sus siglas en inglés) proporciona consejos a las autoridades locales sobre medios alternativos para controlar las malas hierbas que aparecen en las aceras, por ejemplo, utilizando espuma caliente biodegradable. Sin embargo, mi opinión es que hay que dejarlas crecer y superar nuestra obsesión por el orden.

- Prohibir el uso de insecticidas neonicotinoides o de fipronil (ambos muy potentes) en los tratamientos antipulgas que se aplican a las mascotas y en los cebos para hormigas. Ambos compuestos químicos suelen aparecer con frecuencia en las muestras de agua de arroyos y ríos como resultado de su uso sobre las mascotas. Las pulgas se pueden controlar lavando con regularidad la cama de nuestras mascotas, que es donde residen las etapas larvarias de este insecto. Si esto fracasa, existe un tratamiento basado en silicona no tóxica llamado dimeticona que ha resultado ser efectivo.
- Aprobar nuevas leyes que permitan que la naturaleza esté presente en todas las urbanizaciones, algo que, sin duda, proporcionará beneficios reales y cuantificables para toda la vida silvestre. También deben asegurarse de que cualquier urbanización de nueva construcción facilite la recuperación de la naturaleza. Los planes de construcción deben incluir la provisión de un hábitat y la conectividad de este con los demás. También deben incluir la

construcción de espacios verdes accesibles para toda la comunidad, incluidos huertos urbanos, sin dejar de lado la gestión efectiva del agua, la contaminación y todos los aspectos relacionados con el clima. En el Reino Unido, gracias al Plan Medioambiental a veinticinco años, el gobierno ya se ha comprometido a que «todos los proyectos, incluidos los que tienen que ver con la construcción de nuevas viviendas e infraestructuras, sean beneficiosos para el medioambiente». Además, a través del Marco de Políticas de Planificación Nacional, promete asegurar «ganancias netas demostrables para la biodiversidad», y para ello ha realizado consultas recientemente en busca de mecanismos que le permitan alcanzar ese objetivo. Estos compromisos no tienen sentido a menos que se establezcan mecanismos de aplicación. Una opción sería exigir que para construir una nueva urbanización se cumplan unos requisitos que den derecho a una acreditación formal, como la homologación Construir con la Naturaleza (www.building withnature.org.uk).

- En los nuevos edificios que cuenten con terrazas se deben plantar especies respetuosas con los polinizadores. Es necesario investigar para averiguar qué plantas son las más adecuadas, las más tolerantes a la sequía y las más respetuosas con los insectos.
- Aprobar leyes que garanticen que todos los nuevos campos de golf aprovechen al máximo su capacidad para albergar biodiversidad. Se tienen que plantar árboles autóctonos con flores y crear zonas de praderas igualmente ricas en flores.
- Fomentar el cultivo de hortalizas en los huertos privados y en los urbanos mediante una campaña de información pública que resalte sus ventajas sanitarias y medioambientales, además de los beneficios económicos.

También sería muy útil ofrecer formación gratuita y regalar semillas de hortalizas a todas aquellas personas inexpertas que deseen empezar a cultivar. Para financiar estas medidas, se podría derivar una pequeñísima proporción de los subsidios agrícolas actuales.

- Dar pasos para reducir la contaminación lumínica. La mayoría de las ciudades están iluminadas como árboles de Navidad por la noche. Algunos bloques de viviendas y algunas carreteras están iluminados toda la noche sin un propósito claro. Se podrían utilizar luces sensibles al movimiento para asegurar que tanto las luces de dentro de casa como las de fuera se apagan cuando no hay nadie cerca. Se pueden utilizar pantallas para que las luces de la calle o de un estadio solo iluminen su objetivo, evitando que la luz inunde otros lugares. También sería importante contar con financiación para investigar si ciertas frecuencias de luz son menos perturbadoras para la vida silvestre.

¿Qué pueden hacer los gobiernos locales?

- Prohibir el uso de pesticidas en las áreas urbanas si el gobierno nacional no lo ha hecho (ver párrafos anteriores).
- Crear zonas para la vida silvestre en todos los parques: praderas, estanques, flores para los polinizadores, hoteles para abejas, etc. (Véase «¿Qué pueden hacer aquellos que tienen un jardín o un huerto?».)
- Plantar árboles autóctonos en calles y parques. En el caso del Reino Unido, lo ideal sería optar por limeros, castaños, serbales, viburnos y majuelos.
- Plantar árboles frutales en espacios urbanos verdes, como parques, para proporcionar flores a los polinizadores y alimento a las personas.

- Reducir la siega de los arcenes y los márgenes de las carreteras y las rotondas para permitir que florezcan las flores silvestres. Cuando se corte la hierba hay que retirarla, de lo contrario puede asfixiar a las plantas. Siempre que sea posible, hay que sembrar esas zonas con una mezcla de semillas de flores silvestres. Las nuevas carreteras deberán contar con cunetas y márgenes laterales en los que sea obligatorio sembrar esas mezclas.
- Comprar o dedicar tierra para crear huertos urbanos de autoconsumo en la periferia de las ciudades y, cuando se disponga de zonas adecuadas, crearlos en su interior. Estudios recientes demuestran que este tipo de huertos son las zonas de la ciudad en las que la diversidad de polinizadores es mayor, a la vez que proporcionan frutas y verduras sanas, no envasadas y de kilómetro cero, y mejoran la salud de los hortelanos (un triple beneficio).

¿Qué podemos hacer todos nosotros?

- Escriba a su ayuntamiento sobre temas de relevancia local, como el uso de pesticidas en los parques y aceras de nuestra localidad, la gestión de los arcenes de las carreteras o la creación de praderas en los espacios verdes locales.
- Si no existe, cree un grupo local, como el que he mencionado en páginas anteriores, para sembrar semillas de flores silvestres y crear hábitats ricos en flores en cualquier rincón no utilizado de las áreas urbanas, como los arcenes o laterales de las carreteras y las rotondas.

Transformar nuestro sistema alimentario

En nuestra sociedad actual, es fundamental cultivar y transportar alimentos desde su origen a nuestras ciudades para que todos

podamos comer. La forma en la que lo hacemos tiene un profundo impacto sobre el medioambiente, por lo que merece la pena invertir para hacerlo bien. Es urgente revisar el sistema actual, ya que falla en muchos aspectos. Podríamos tener un sector agrícola vibrante, que emplee a muchas personas y cuyo objetivo sea producir alimentos saludables, cuidando la salud edáfica y fomentando la biodiversidad.

¿Qué pueden hacer los gobiernos nacionales?

- Redirigir los subsidios agrícolas. La mayoría de los que se conceden actualmente (en el Reino Unido son unos 3.000 millones de libras por año) dependen de la superficie de la granja, por lo que las más grandes son las que más dinero reciben. Se deberían utilizar para ayudar a aquellos que producen alimentos más nutritivos (p. ej. frutas y verduras), y solo se deberían conceder a granjas que utilicen métodos auténticamente sostenibles y que se comprometan a destinar un mínimo de un 10 % de su tierra al crecimiento libre de la naturaleza. Las granjas pequeñas recibirían más fondos por unidad de superficie, lo que les facilitaría la supervivencia. Las ecológicas (incluidas las que aplican una agricultura biodinámica o permacultura), recibirían una importante bonificación. Los pagos a cualquier granja tendrían un tope máximo.
- Apostar por la gestión integrada de plagas (GIP) como método prioritario, minimizando el uso de pesticidas, que pasarían a ser el último recurso. También pueden aprobar leyes para que la GIP sea obligatoria (como ya lo es en la Unión Europea, aunque no se aplique).
- Establecer objetivos para reducir el peso total de pesticidas y fertilizantes utilizados y su número de aplicaciones por cultivo. Estudios recientes realizados en Francia indican que el uso excesivo de pesticidas es

innecesario o, en el mejor de los casos, poco productivo. Además, los agricultores necesitan asesoramiento independiente para saber qué pesticidas pueden descartar.

- En el Reino Unido, garantizar que la normativa sobre pesticidas siga siendo tan rigurosa como la de la Unión Europea. Los futuros acuerdos comerciales con países cuya normativa en materia de pesticidas sea más laxa (como es el caso de Estados Unidos) podrían provocar una liberalización de su uso.
- Gravar la venta de pesticidas y fertilizantes (algo que ya se hace en Noruega y Dinamarca), ya que los contaminadores deben pagar los costes de sus acciones. El sistema danés se basa en impuestos proporcionales al daño causado por cada compuesto químico y puede ser un modelo muy útil exportable a otros países, ya que la mayoría de los pesticidas utilizados son los mismos. También se podría incentivar el intercalado de leguminosas en los cultivos rotativos para dejar de utilizar fertilizantes.
- Utilizar los ingresos generados por los impuestos sobre los pesticidas (véanse los párrafos anteriores) para financiar un servicio que ayude a los agricultores a reducir el uso de esos compuestos, a desarrollar una GIP adecuada y a utilizar un método más sostenible como la agricultura ecológica.
- Hacer que el uso de pesticidas sea público y transparente obligando a todos los agricultores a mantener y presentar un registro de su uso que se incluiría en una base de datos central y de acceso libre. Esto facilitaría la investigación de su impacto sobre la salud humana y medioambiental.
- Financiar la investigación y el desarrollo de métodos agrícolas más sostenibles, por ejemplo, la agroforestería, la permacultura, la agricultura ecológica o la biodinámica. Estos métodos reciben actualmente una inversión mínima,

pero tienen el potencial de ser altamente productivos y, al mismo tiempo, albergan en sus campos una abundante biodiversidad.

- Proporcionar un sistema de formación y apoyo al desarrollo profesional continuo de los agricultores, de modo que tengan la oportunidad de actualizar sus conocimientos y aprender nuevas técnicas. Eso incluiría el apoyo al aprendizaje entre iguales, ya que muchos agricultores están investigando por su cuenta métodos agrícolas más sostenibles, por lo que se beneficiarían si se instauraran mecanismos que facilitasen la compartición de conocimientos.
- Establecer el objetivo de dedicar al menos el 20 % de la tierra a la agricultura ecológica en 2025 (Austria ya está en el 23 %) y proporcionar ayuda financiera adecuada para que los agricultores puedan hacer la transición.
- La superficie de cada campo cultivado debería ser, como máximo, de 10 hectáreas. Los campos más grandes tienen que estar separados por setos vivos (utilizando una mezcla de especies leñosas autóctonas). Además de potenciar la biodiversidad, esto suavizaría las inundaciones y la erosión del suelo.
- Los setos vivos deberían tener una altura y una anchura mínimas de 2 metros, y lo suyo es que se intercale un árbol estándar, es decir, de tamaño normal, cada 100 metros.
- Eliminar el apoyo a los cultivos para biocombustibles. Las pruebas científicas indican que hay formas mucho mejores de proporcionar energía sostenible.
- Apoyar económicamente proyectos de resilvestración a gran escala en tierras marginales que contribuyen poco a la producción de alimentos. Por ejemplo, en una gran parte de las tierras altas del Reino Unido y en los suelos estériles de las tierras bajas.

- Imponer una tasa sobre los alimentos que se importan por aire. Los fondos se pueden utilizar para subvencionar la agricultura sostenible.
- Financiar una campaña de información pública sobre los beneficios que supondrían para el medioambiente y para nuestra salud la reducción del consumo de carne y el aumento del consumo de productos frescos, de temporada y cultivados en la región.

¿Qué pueden hacer los gobiernos locales?

- Facilitar y apoyar la creación de redes alimentarias locales y mercados agrícolas, ayudándoles con la venta directa al público de sus productos.

¿Qué pueden hacer los agricultores?

- Reconocer que existe un problema y comprometerse positivamente con las iniciativas gubernamentales, las organizaciones ecologistas y los consumidores para buscar entre todos una solución. Nos guste o no, la agricultura, junto con la mayoría de las actividades humanas, va a tener que cambiar prontamente en este siglo. Seguir como hasta ahora no es una opción, y tampoco lo es continuar con la agricultura «tradicional» por el mero hecho de que siempre se ha hecho así. Los agricultores tendrán que estar dispuestos a adaptarse rápidamente, y considerar y probar enfoques alternativos para el cultivo de alimentos: sistemas ecológicos, la permacultura, la agroforestería, etc. También tendrán que participar en programas de aprendizaje continuo y entre iguales, para garantizar así la difusión efectiva de los últimos conocimientos e ideas. En las zonas marginales en las que la agricultura es

apenas productiva incluso con subsidios, una opción es la resilvestración, la cual puede proporcionar unos ingresos más fiables.

¿Qué podemos hacer todos nosotros?

- Reconocer que todas las compras que hacemos tienen consecuencias. Si compramos carne de granjas industriales, estamos apoyando una práctica que es dañina para el medioambiente y en la que los animales tienen una vida corta, incómoda y a veces, francamente horrible. Si compramos productos que llegan desde el extranjero por aire, también pagamos las emisiones de carbono asociadas. Cada envase alimentario requiere energía y recursos para su producción y eliminación (incluso cuando es reciclable). Comprar se ha convertido en un campo de minas ético, pero hay algunos principios sencillos que hemos de tener siempre presentes.
- Apoye a los productores sostenibles y locales. Compre alimentos ecológicos en las cooperativas agrícolas o pida que le envíen cestas ecológicas de verduras. A menudo se argumenta que estos alimentos no están al alcance de todos, pero en el Reino Unido gastamos un 10,5 % de nuestros ingresos en comida, frente al 50 % de hace cien años. Estas cestas pueden ser sorprendentemente económicas si se tiene en cuenta el coste de conducir hasta el supermercado, y más aún si a eso le añade el coste de su tiempo.
- Compre productos de temporada.
- Compre frutas y verduras a granel.
- No rechace frutas y verduras «torcidas» o imperfectas.
- Evite comprar productos cultivados en invernaderos con calefacción, aunque sean de proximidad, ya que su huella puede ser superior a la de los alimentos traídos en avión

desde el extranjero.

- Reduzca su ingesta de carne. Véalo como un capricho en lugar de ser un componente habitual de su dieta. Recuerde que las gallinas convierten proteína vegetal en animal con mucha más eficiencia que las vacas, los cerdos o las ovejas, y las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas son menores. Si compra carne roja, que solo sea de animales de pastoreo criados al aire libre (lo suele poner en el envase).
- No desperdicie comida: no compre más de lo que necesita ni sirva porciones demasiado grandes; guarde y aproveche las sobras; utilice el sentido común en lugar de las fechas de caducidad para decidir cuándo los alimentos están caducados.

Mejorar la protección de los insectos y hábitats poco comunes

¿Qué pueden hacer los gobiernos nacionales?

- Mejorar la protección legal de los insectos. En el Reino Unido, la ley sobre la vida silvestre y campestre de 1981 protege a un pequeño número de especies de mariposas, polillas y escarabajos, una minúscula proporción de nuestras veintisiete mil especies de insectos nativos. La Directiva Hábitats de la Unión Europea (Directiva EC 92/43/CEE) protege solo a una especie de insecto del Reino Unido (la mariposa hormiguera de lunares). En la actualidad la mayoría de los insectos no cuentan con ninguna protección legal. Por ejemplo, la última población del insecto que es menos común en el Reino Unido, *Blera fallax*, una mosca sírfida, está amenazada por las actividades forestales privadas y no se puede recurrir a la ley para salvarla. Los insectos que son tan poco

comunes deberían tener la misma importancia que las aves o los mamíferos cuya abundancia es similar. Que sean pequeños no significa que no importen.

- Financiar adecuadamente las organizaciones gubernamentales responsables de la conservación de la vida silvestre, como Natural England, cuyo cometido es «garantizar que el entorno natural se conserve, mejore y gestione en beneficio de las generaciones presentes y futuras». Esta organización también se encarga de controlar y mantener los Lugares de Especial Interés Científico, reducir la contaminación del agua, asesorar sobre las solicitudes de licencias urbanísticas, administrar los planes agroambientales y (extrañamente) controlar el sacrificio de tejones, entre otras muchas cosas. Sin embargo, ha sufrido enormes recortes presupuestarios en los últimos años que han mermado su capacidad de actuación.
- Todas las zonas ricas en naturaleza que nos quedan, como las reservas naturales nacionales y locales y los Lugares de Especial Interés Científico, deben considerarse sagradas. Quedan muy pocas, y si el gobierno puede anular su protección y conceder permisos para que los bosques antiguos o los páramos de las tierras bajas sean arrasados para construir en ellos una carretera de circunvalación o cualquier otro proyecto, al final no quedará ninguna. Las medidas de mitigación, como la plantación de más árboles en otros lugares, suelen ser una excusa para permitir que los planes urbanísticos sigan adelante, pero es evidente que no se puede recrear un hábitat tan excepcional como un bosque antiguo.
- Financiar adecuadamente programas de vigilancia y control para que se pueda recoger información precisa sobre qué insectos son los que están más amenazados y dónde se encuentran. Una parte importante de ese dinero

debe destinarse a la preparación de los taxónomos (científicos especializados en la identificación de especies). Hace décadas que la taxonomía está estancada, y eso ha provocado que, en la actualidad, haya muy pocos expertos capaces de identificar muchas de las especies locales de insectos.

- Financiar proyectos de investigación que analicen las causas de la desaparición de los insectos; hay mucho que desconocemos, especialmente todo lo relacionado con las complejas interacciones existentes entre los diferentes factores estresantes que dañan a estas criaturas.
- Participar activamente en las iniciativas internacionales destinadas a hacer frente al cambio climático y a la pérdida de biodiversidad, dando ejemplo de buenas prácticas para que otros las sigan. En concreto, necesitamos que se impulse una iniciativa global para impedir que se sigan deforestando los trópicos. Se suele decir, con cierta razón, que es hipócrita que nosotros, los occidentales que vivimos en países en los que ya hemos arrasado la mayor parte de nuestros hábitats ricos en vida silvestre, aleccionemos ahora a los países más pobres sobre el cuidado de su medioambiente. Aun así, los principales responsables de la destrucción provocada son las grandes empresas internacionales y no la gente pobre que lo único que intenta es ganarse la vida. Tenemos que averiguar entre todos cómo detener ese proceso, sin importar quién es el culpable, y es más que probable que los países más ricos tengan que asumir gran parte del coste.

¿Qué podemos hacer todos nosotros?

- Apoye a su grupo local de defensa de la naturaleza. Su contribución económica les ayudará a hacer su trabajo. Si

tiene tiempo, participe en alguna de sus actividades, por ejemplo, haciéndose voluntario. En el Reino Unido, los voluntarios de las Wildlife Trusts participan en diversas tareas; por ejemplo, se encargan de la gestión práctica de las reservas naturales, animan a los grupos escolares a apreciar la naturaleza, ayudan en tareas de oficina y organizan eventos.

- Conviértase en un recolector de datos de la vida silvestre; por ejemplo, se puede unir (si está en el Reino Unido) a programas nacionales destinados a cuantificar la cantidad de mariposas o abejorros presentes en una zona concreta, como el Plan de Seguimiento de las Mariposas o los Bumblebee Conservation Trust's Beewalks.[1]Ayudará a recolectar datos importantes sobre los cambios que sufren las poblaciones de insectos, lo que será de gran ayuda a la hora de trazar estrategias de conservación.

Agradecimientos

Me gustaría dar las gracias a los numerosos estudiantes de doctorado y posdoctorado con los que he trabajado a lo largo de los años; juntos hemos conseguido descubrir algunos de los fascinantes detalles de la vida secreta de los insectos. También quiero dar las gracias a mi agente, Patrick Walsh, quien al leer el primer borrador de *Una historia con aguijón* creyó que merecía la pena publicarlo, y posteriormente me convenció para que escribiera *Planeta silencioso*. Por último y por encima de todo, quiero dar las gracias a mis padres, quienes, cuando tenía ocho años, me permitieron y animaron a llenar la casa de tarros de mermelada con orugas de polillas tigre, milpiés, tijeretas, cochinillas de la humedad, grillos y una miríada de otras pequeñas criaturas.

Lecturas adicionales

Si desea profundizar en algunos de los temas tratados en cada capítulo, aquí tiene una selección de lecturas adicionales. He intentado incluir los artículos científicos más importantes que aportan las pruebas en las que se basa nuestra comprensión actual del declive de los insectos y, además, ofrecen algunas ideas sobre lo que deberíamos hacer para revertirlo. Por desgracia, muchos de ellos no están escritos para el lector profano, y algunos utilizan una jerga técnica que puede resultar difícil de comprender. Sin embargo, los que no son especialistas en estos campos pueden entender lo más importante sin demasiada dificultad. Algunos artículos exigen un pago para su completa lectura, pero, si le interesan, puede acceder a la mayoría de ellos a través del sitio web Researchgate, que permite contactar directamente con los autores y solicitarles copias de sus trabajos.

Capítulo 1. Breve historia de los insectos

Gould, S. J., *Wonderful Life: Burgess Shale and the Nature of History* (Vintage, Londres, 2000) [hay trad. cast.: *La vida maravillosa: Burgess Shale y la naturaleza de la historia*, Crítica, Barcelona, 2018].

Grimaldi, D., y Engel, M. S., *Evolution of the Insects* (Cambridge University Press, Cambridge, 2005).

Wilson, E. O., *The Diversity of Life* (Penguin Press, Londres, 2001) [hay trad. cast.: *La diversidad de la vida*, Crítica, Barcelona, 2001].

Capítulo 2. La importancia de los insectos

Ehrlich, P. R., y Ehrlich, A., *Extinction: The Causes and Consequences*

of the Disappearance of Species (Random House, Nueva York, 1981) [hay trad. cast.: *Extinción* (2 tomos), Salvat, Barcelona, 1995].

Garibaldi, L. A., *et al.*, «Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance», en *Science,* n.º 339 (2013), pp. 1608-1611.

Garratt, M. P. D., *et al.*, «Avoiding a bad apple: insect pollination enhances fruit quality and economic value», en *Agriculture, Ecosystems and Environment,* n.º 184 (2014), pp. 34-40.

Kyrou, K., *et al.*, «A CRISPR-Cas9 gene drive targeting *doublesex* causes complete population suppression in caged *Anopheles gambiae* mosquitoes», en *Nature Biotechnology*, n.º 36 (2018), pp. 1062-1066.

Lautenbach, S., *et al.*, «Spatial and temporal trends of global pollination Benefit», en *PLoS ONE* (2012), n.º 7: e35954.

Losey, J. E., y Vaughan, M., «The economic value of ecological services provided by insects», en *Bioscience*, n.º 56 (2006), pp. 3113-3123.

Noriega, J. A., *et al.*, «Research trends in ecosystem services provided by insects», en *Basic and Applied Ecology*, n.º 26 (2018), pp. 8-23.

Ollerton, J., Winfree, R., y Tarrant, S., «How many flowering plants are pollinated by animals?», en *Oikos*, n.º 120 (2011), pp. 321-326.

Capítulo 3. Criaturas maravillosas

Engel, M. S., *Innumerable Insects: The Story of the Most Diverse and Myriad Animals on Earth* (Sterling, Nueva York, 2018).

Fowler, W. W., «*Biologia Centrali-Americana*; Contributions to the knowledge of the fauna and flora of Mexico and Central America», en *Porter*, vol. 2 (1894), pp. 25-56.

Hölldobler, B., y Wilson, E. O., *Journey to the Ants* (Harvard University Press, Harvard, 1994) [hay trad. cast.: *Viaje a las hormigas*, Grijalbo, Barcelona, 1996].

McAlister, E., *The Secret Life of Flies* (Natural History Museum, Londres, 2018).

Strawbridge, B., *Dancing with Bees: A Journey Back to Nature* (John Walters, Londres 2019) [hay trad. cast.: *Danzando con las abejas: un viaje de regreso a la naturaleza*, Obelisco, Barcelona, 2021].

Sverdrup-Thygeson, A., *Extraordinary Insects: Weird. Wonderful. Indispensable. The Ones Who Run Our World* (HarperCollins, Londres, 2019).

Capítulo 4. Pruebas del declive de los insectos

Bar-On, Y. M., Phillips, R., y Milo, R., «The biomass distribution on Earth», en *Proceedings of the National Academy of Sciences,* n.º 115 (2018), pp. 6506-6511.

Butchart, S. H. M., Stattersfield, A. J., y Brooks, T. M., «Going or gone: defining "Possibly Extinct" species to give a truer picture of recent extinctions», en *Bulletin of the British Ornithological Club*, n.º 126A (2006), pp. 7-24.

Cameron, S. A., *et al.*, «Patterns of widespread decline in North American bumble bees», en *Proceedings of the National Academy of Sciences*, n.º 108 (2011), pp. 662-667.

Casey, L. M., *et al.*, «Evidence for habitat and climatic specialisations driving the long-term distribution trends of UK and Irish bumblebees», en *Diversity and Distributions* 21 (2015), pp. 864-874.

Forister, M. L., «The race is not to the swift: Long-term data reveal pervasive declines in California's low-elevation fauna», en *Ecology*, n.º 92 (2011), pp. 2222-2235.

Fox, R., «The decline of moths in Great Britain: a review of posible causes», en *Insect Conservation and Diversity*, n.º 6 (2012), pp. 5-19.

—, *et al.*, *The State of Britain's Larger Moths 2013* (Butterfly Conservation & Rothamsted Research, Wareham, Dorset, 2013).

— , *et al.*, «Long-term changes to the frequency of occurrence of British moths are consistent with opposing and synergistic effects of climate and land-use changes», en *Journal of Applied Ecology*, n.º 51 (2014), pp. 949-957.

Goulson, D., «The insect apocalypse, and why it matters», en

Current Biology, n.º 29 (2019), pp. R967-971.

—, *et al.*, «Combined stress from parasites, pesticides and lack of flowers drives bee declines», en *Science*, n.º 347 (2015), p. 1435.

Grooten, M., y Almond, R. E. A., eds., *Living Planet Report – 2018: Aiming Higher* (WWF, Gland, Suiza, 2018).

Hallmann, C. A., *et al.*, «More than 75 per cent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected áreas», en *PLoS ONE*, n.º 12 (2017), e0185809.

Hallmann, C. A., *et al.*, «Declining abundance of beetles, moths and caddisflies in the Netherlands», en *Insect Conservation and Diversity* (2019), doi: 10.1111/icad.12377.

Janzen D., y Hallwachs, W., «Perspective: Where might be many tropical insects?», en *Biological Conservation*, n.º 233 (2019), pp. 102-108.

Joint Nature Conservation Committee (2018), http://jncc.defra.gov.uk/page-4236

Kolbert, E., *The Sixth Extinction: An Unnatural History* (Bloomsbury, Londres, 2015) [hay trad. cast.: *La sexta extinción: una historia nada natural*, Crítica, Barcelona, 2015].

Lister, B. C., y García, A., «Climate-driven declines in arthropod abundance restructure a rainforest food web», en *Proceedings of the National Academy of Sciences*, n.º 115 (2018), pp. E10397-E10406.

Michel, N. L., *et al.*, «Differences in spatial synchrony and interspecific concordance inform guild-level population trends for aerial insectivorous birds», en *Ecography*, n.º 39 (2015), pp. 774-786.

Nnoli, H., *et al.*, «Change in aquatic insect abundance: Evidence of climate and land-use change within the Pawmpawm River in Southern Ghana», en *Cogent Environmental Science* (2019), doi: 10.1080/23311843.2019.1594511.

Ollerton, J., *et al.*, «Extinctions of aculeate pollinators in Britain and the role of large-scale agricultural change», en *Science*, n.º 346 (2014), pp. 1360-1362.

Powney, G. D., *et al.*, «Widespread losses of pollinating insects in

Britain», en *Nature Communications*, n.º 10 (2019), p. 1018.

Sánchez-Bayo, F., y Wyckhuys, K. A. G., «Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers», en *Biological Conservation*, n.º 232 (2019), pp. 8-27.

Semmens, B. X., *et al.*, «Quasi-extinction risk and population targets for the Eastern, migratory population of monarch butterflies (*Danaus plexippus*)», en *Scientific Reports*, n.º 6 (2016), p. 23265.

Shortall, C. R., *et al.*, «Long-term changes in the abundance of flying insects», en *Insect Conservation and Diversity*, n.º 2 (2009), pp. 251-260.

Seibold, S., *et al.*, «Arthropod decline in grasslands and forests is associated with landscape-level drivers», en *Nature*, n.º 574 (2019), pp. 671-674.

Stanton, R. L., Morrissey, C. A., y Clark, R. G., «Analysis of trends and agricultural drivers of farmland bird declines in North America: a review», en *Agriculture, Ecosystems and Environment*, n.º 254 (2018), pp. 244-254.

Stork, N. E., *et al.*, «New approaches narrow global species estimates for beetles, insects, and terrestrial arthropods», en *Proceedings of the National Academy of Sciences*, n.º 112 (2015), pp. 7519-7523.

Van Klink, R., Bowler, D. E., Gongalsky, K. B., Swengel, A. B., Gentile, A., y Chase, J. M., «Meta-analysis reveals declines in terrestrial but increases in freshwater insect abundances», en *Science*, n.º 368 (2020), pp. 417-420.

Van Strien, A. J., *et al.*, «Over a century of data reveal more tan 80 per cent decline in butterflies in the Netherlands», en *Biological Conservation,* n.º 234 (2019), pp. 116-122.

Van Swaay, C. A. M., *et al.*, *The European Butterfly Indicator for Grassland Species 1990-2013*, Informe VS2015.009 (De Vlinderstichting, Wageningen, 2015).

Wepprich, T., *et al.*, «Butterfly abundance declines over 20 years of systematic monitoring in Ohio, USA», en *PLoS ONE*, n.º 14 (2019), e0216270.

Woodward, I. D., *et al.*, *BirdTrends 2018: Trends in Numbers,*

Breeding Success and Survival for UK Breeding Birds, Informe de investigación 708 (BTO, Thetford, 2018).

Xie, Z., Williams, P. H., y Tang, Y., «The effect of grazing on bumblebees in the high rangelands of the eastern Tibetan Plateau of Sichuan», en *Journal of Insect Conservation,* n.º 12 (2008), pp. 695-703.

Capítulo 5. Líneas de base cambiantes

McCarthy, M., *The Moth Snowstorm: Nature and Joy* (John Murray, Londres, 2015).

McClenachan, L., «Documenting loss of large trophy fish from the Florida Keys with historical photographs», en *Conservation Biology*, n.º 23 (2009), pp. 636-643.

Papworth, S. K., *et al.*, «Evidence for shifting baseline syndrome in conservation», en *Conservation Letters*, n.º 2 (2009), pp. 93-100.

Pauly, D., «Anecdotes and the shifting baseline syndrome of fisheries», en *Trends in Ecology and Evolution*, n.º 10 (1995), p. 430.

Capítulo 6. La pérdida del hogar

Barr, C. J., Gillespie, M. K., y Howard, D. C., *Hedgerow Survey 1993: Stock and Change Estimates of Hedgerow Lengths in England and Wales, 1990-1993* (Departamento de Medioambiente, 1994).

Ceballos, G., *et al.*, «Accelerating modern human-induced species losses: entering the sixth mass extinction», en *Science Advances*, n.º 1(2015), e1400253.

Fuller, R. M., «The changing extent and conservation interest of lowland grasslands in England and Wales: a review of grassland surveys 1930-84», en *Biological Conservation*, n.º 40 (1987), pp. 281-300.

Giam, X., «Global biodiversity loss from tropical deforestation», en *Proceedings of the National Academy of Sciences*, n.º 114 (2017), pp. 5775-5777.

Quammen, D., *The Song of the Dodo* (Scribner, Nueva York, 1997).

Ridding, L. E., Redhead, J. W., y Pywell, R. F., «The fate of

seminatural grassland in England between 1960 and 2013: A test of national conservation policy», en *Global Ecology and Conservation*, n.º 4 (2015), pp. 516-525.

Rosa, I. M. D., *et al.*, «The environmental legacy of modern tropical deforestation», en *Current Biology*, n.º 26 (2016), pp. 2161-2166.

Vijay, V., *et al.*, «The impacts of palm oil on recent deforestation and biodiversity los», en *PLoS ONE,* n.º 11 (2016), e0159668.

Capítulo 7. Tierra envenenada

Bernauer, O. M., Gaines-Day, H. R., y Steffan, S. A., «Colonies of bumble bees (*Bombus impatiens*) produce fewer workers, less bee biomass, and have smaller mother queens following fungicide exposure», en *Insects*, n.º 6 (2015), pp. 478-488.

Dudley, N., *et al.*, «How should conservationists respond to pesticides as a driver of biodiversity loss in agroecosystems?», en *Biological Conservation*, n.º 209 (2017), pp. 449-453.

Goulson, D., «An overview of the environmental risks posed by neonicotinoid insecticides», en *Journal of Applied Ecology*, n.º 50 (2013), pp. 977-987.

—, Croombs, A., y Thompson, J., «Rapid rise in toxic load for bees revealed by analysis of pesticide use in Great Britain», en *PEERJ*, n.º 6 (2018), e5255.

Hladik, M., Main, A., y Goulson, D., «Environmental risks and challenges associated with neonicotinoid insecticides», en *Environmental Science and Technology*, n.º 52 (2018), pp. 3329-3335.

McArt, S. H., *et al.*, «Landscape predictors of pathogen prevalence and range contractions in US bumblebees», en *Proceedings of the Royal Society B,* n.º 284 (2017), 20172181.

Millner, A. M., y Boyd, I. L., «Towards pesticidovigilance», en *Science*, n.º 357 (2017), pp. 1232-1234.

Mitchell, E. A. D., *et al.*, «A worldwide survey of neonicotinoids in honey», en *Science*, n.º 358 (2017), pp. 109-111.

Morrissey, C., *et al.*, «Neonicotinoid contamination of global Surface waters and associated risk to aquatic invertebrates: A

review», en *Environment International*, n.º 74 (2015), pp. 291-303.

Nicholls, E., *et al.*, «Monitoring neonicotinoid exposure for bees in rural and peri-urban areas of the UK during the transition from pre- to post-moratorium», en *Environonmental Science and Technology*, n.º 52 (2018), pp. 9391-9402.

Perkins, R., *et al.*, «Potential role of veterinary flea products in widespread pesticide contamination of English rivers», en *Science of the Total Environment*, n.º 755 (2021), p. 143560.

Pezzoli, G., y Cereda, E., «Exposure to pesticides or solvents and risks of Parkinson's disease», en *Neurology*, n.º 80 (2013), p. 22.

Pisa, L., *et al.*, «An update of the Worldwide Integrated Assessment (WIA) on systemic insecticides: Part 2: Impacts on organisms and ecosystems», en *Environmental Science and Pollution Research* (2017), doi.org/10.1007/s11356-017-0341-3.

Sutton, G., Bennett, J., y Bateman, M., «Effects of ivermectin residues on dung invertebrate communities in a UK farmland hábitat», en *Insect Conservation and Diversity*, n.º 7 (2013), pp. 64-72.

UNEP (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente), *Global Chemicals Outlook: Towards Sound Management of Chemicals* (UNEP, Ginebra, 2013).

Wood, T., y Goulson, D., «The Environmental risks of neonicotinoid pesticides: a review of the evidence post-2013», en *Environmental Science and Pollution Research*, n.º 24 (2017), pp. 17285-17325.

Yamamuro, M., *et al.*, «Neonicotinoids disrupt aquatic food webs and decrease fishery yields», en *Science* 366 (2019), pp. 620-623.

Capítulo 8. Malas hierbas

Albrecht, H., «Changes in arable weed flora of Germany during the last five decades», 9.º Simposio de la EWRS, «Challenges for Weed Science in a Changing Europe», 1995, pp. 41-48.

Balbuena, M. S., *et al.*, «Effects of sublethal doses of glyphosate on honeybee navigation», en *Journal of Experimental Biology*, n.º

218 (2015), pp. 2799-2805.
Benbrook, C. M., «Trends in glyphosate herbicide use in the United States and globally», en *Environmental Sciences Europe*, n.º 28 (2016), p. 3.
Benbrook, C. M., «How did the US EPA and IARC reach diametrically opposed conclusions on the genotoxicity of glyphosate-based herbicides?», en *Environmental Science Europe*, n.º 31 (2019), p. 2.
Boyle, J. H., Dalgleish, H. J., y Puzey, J. R., «Monarch butterfly and milkweed declines substantially predate the use of genetically modified crops», en *Proceedings of the National Academy of Sciences*, n.º 116 (2019), pp. 3006-3011.
Gillam, H., https://usrtk.org/monsanto-roundup-trial-tacker/monsanto-executive-reveals-17-million-for-anti-iarc-pro-glyphosate-efforts/ (2019).
Humphreys, A. M., *et al.*, «Global dataset shows geography and life form predict modern plant extinction and rediscovery», en *Nature Ecology and Evolution*, n.º 3 (2019), pp. 1043-1047.
Motta, E. V. S., Raymann, K., y Moran, N. A., «Glyphosate perturbs the gut microbiota of honeybees», en *Proceedings of the National Academy of Sciences*, n.º 115 (2018), pp. 10305-10310.
Portier, C. J., *et al.*, «Differences in the carcinogenic evaluation of glyphosate between the International Agency for Research on Cancer (IARC) and the European Food Safety Authority (EFSA)», en *Journal of Epidemiology and Community Health*, n.º 70 (2015), pp. 741-745.
Schinasi, L., y Leon, M. E., «Non-Hodgkin lymphoma and occupational exposure to agricultural pesticide chemical groups and active ingredients: A systemic review and meta-analysis», en *International Journal of Environmental Research and Public Health*, n.º 11 (2014), pp. 4449-4527.
Zhang, L., *et al.*, «Exposure to glyphosate-based herbicides and risk for non-Hodgkin lymphoma: a meta-analysis and supporting evidence», en *Mutation Research*, n.º 781 (2019), pp. 186-206.

Campbell, S. A., y Vallano, D. M., «Plant defences mediate interactions between herbivory and the direct foliar uptake of atmospheric reactive nitrogen», en *Nature Communications,* n.º 9 (2018), p. 4743.

Carvalheiro, L. G., *et al.*, «Soil eutrophication shaped the composition of pollinator assemblages during the past century», en *Ecography* (2019), doi.org/10.1111/ecog.04656.

Hanley, M. E., y Wilkins, J. P., «On the verge? Preferential use of road-facing hedgerow margins by bumblebees in agro-ecosystems», en *Journal of Insect Conservation*, n.º 19 (2015), pp. 67-74.

Kleijn, D., y Snoeijing, G. I. J., «Field boundary vegetation and the effects of agrochemical drift: botanical change caused by low levels of herbicide and fertiliser», en *Journal of Applied Biology*, n.º 34 (1997), pp. 1413-1425.

Kurze, S., Heinken, T., y Fartmann, T., «Nitrogen enrichment in host plants increases the mortality of common Lepidoptera species», en *Oecologia*, n.º 188 (2018), pp. 1227-1237.

Zhou, X., *et al.*, «Estimation of methane emissions from the US ammonia fertiliser industry using a mobile sensing approach», en *Elementa, Science of the Anthropocene*, n.º 7 (2019), p. 19.

Capítulo 10. La caja de Pandora

Alger, S. A., *et al.*, «RNA virus spillover from managed honeybees (*Apis mellifera*) to wild bumblebees (*Bombus* spp.)», en *PLoS ONE*, n.º 14 (2019), e0217822.

Darwin, C., *On the Origin of Species* (John Murray, Londres, 1859) [hay trad. cast.: *El origen de las especies*, Espasa, Madrid, 1988].

Fürst, M. A., *et al.*, «Disease associations between honeybees and bumblebees as a threat to wild pollinators», en *Nature*, n.º 506 (2014), pp. 364-366.

Goulson, D., «Effects of introduced bees on native ecosystems», en *Annual Review of Ecology and Systematics*, n.º 34 (2003), pp. 1-26.

—, y Sparrow, K. R., «Evidence for competition between honeybees and bumblebees: effects on bumblebee worker size», en *Journal*

of Insect Conservation, n.º 13 (2009), pp. 177-181.

Graystock, P., Goulson, D., y Hughes, W. O. H., «Parasites in bloom: flowers aid dispersal and transmission of pollinator parasites within and between bee species», en *Proceedings of the Royal Society B*, n.º 282 (2015), 20151371.

Manley, R., Boots, M., y Wilfert, L., «Emerging viral disease risks to pollinating insects: ecological, evolutionary and anthropogenic factors», en *Journal of Applied Ecology*, n.º 52 (2015), pp. 331-340.

Martin, S. J., *et al.*, «Global honeybee viral landscape altered by a parasitic mite», en *Science*, n.º 336 (2012), pp. 1304-1306.

Capítulo 11. La tormenta que se aproxima

Caminade, C., *et al.*, «Suitability of European climate for the Asian tiger mosquito *Aedes albopictus*: recent trends and future scenarios», en *Journal of the Royal Society* Interface, n.º 9 (2012), pp. 2708-2717.

Kerr, J. T., *et al.*, «Climate change impacts on bumblebees converge across continents», *Science*, n.º 349 (2015), pp. 177-180.

Lawrence, D., y Vandecar, K., «Effects of tropical deforestation on climate and agricultura», en *Nature Climate Change*, n.º 5 (2015), pp. 27-36.

Loboda, S., *et al.*, «Declining diversity and abundance of High Arctic fly assemblages over two decades of rapid climate warming», en *Ecography*, n.º 41 (2017), pp. 265-277.

Pyke, G. H., *et al.*, «Effects of climate change on phenologies and distributions of bumblebees and the plants they visit», en *Ecosphere*, n.º 7 (2016), e01267.

Rochlin, I., *et al.*, «Climate change and range expansion of the Asian tiger mosquito (*Aedes albopictus*) in Northeastern USA: Implications for public health practitioners», en *PLoS ONE*, n.º 8 (2013), e60874.

Wallace-Wells, D., *The Uninhabitable Earth* (Penguin, Londres, 2019) [hay trad. cast.: *El planeta inhóspito: la vida después del calentamiento*, Debate, Barcelona, 2019].

Warren, M. S., *et al.*, «Rapid responses of British butterflies to

opposing forces of climate and habitat change», en *Nature*, n.º 414 (2001), pp. 65-69.

Wilson, R. J., *et al.*, «An elevational shift in butterfly species richness and composition accompanying recent climate change», en *Global Change Biology*, n.º 13 (2007), pp. 1873-1887.

Capítulo 12. Una bola de Navidad en medio del espacio

Bennie, T. W., *et al.*, «Artificial light at night causes top-down and bottom-up trophic effects on invertebrate populations», en *Journal of Applied Ecology*, n.º 55 (2018), pp. 2698-2706.

Dacke, M., *et al.*, «Dung beetles use the Milky Way for orientation», en *Current Biology*, n.º 23 (2013), pp. 298-300.

Desouhant, E., *et al.*, «Mechanistic, ecological, and evolutionary consequences of artificial light at night for insects: review and prospective», en *Entomologia Experimentalis et Applicata*, n.º 167 (2019), pp. 37-58.

Fox, R., «The decline of moths in Great Britain: a review of posible causes», en *Insect Conservation and Diversity*, n.º 6 (2012), pp. 5-19.

Gaston, K. J., *et al.*, «Impacts of artificial light at night on biological timings», en *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, n.º 48 (2017), pp. 49-68.

Grubisic, M., *et al.*, «Insect declines and agroecosystems: does light pollution matter?», en *Annals of Applied Biology*, n.º 173 (2018), pp. 180-189.

Owens, A. C. S., *et al.*, «Light pollution is a driver of insect declines», en *Biological Conservation*, n.º 241 (2019), p. 108259.

Van Langevelde, F., *et al.*, «Declines in moth populations stress the need for conserving dark nights», en *Global Change Biology*, n.º 24 (2018), pp. 925-932.

Capítulo 13. Invasiones

Farnsworth, D., *et al.*, «Economic analysis of revenue losses and control costs associated with the spotted wing drosophila, *Drosophila suzukii* (Matsumura), in the California raspberry

industry», en *Pest Management Science*, n.º 73 (2016), pp. 1083-1090.

Goulson, D., y Rotheray, E. L., «Population dynamics of the invasive weed *Lupinus arboreus* in Tasmania, and interactions with two non-native pollinators», en *Weed Research*, n.º 52 (2012), pp. 535-542.

Herms, D. A., y McCullough, D. G., «Emerald ash borer invasión in North America: history, biology, ecology, impacts, and management», en *Annual Review of Entomology*, n.º 59 (2014), pp. 13-30.

Kenis, M., Nacambo, S., y Leuthardt, F. L. G., «The box tree moth, *Cydalima perspectalis*, in Europe: horticultural pest or environmental disaster?», en *Aliens: The Invasive Species Bulletin*, n.º 33 (2013), pp. 38-41.

Litt, A. R., *et al.*, «Effects of invasive plants on arthropods», en *Conservation Biology*, n.º 28 (2014), pp. 1532-1549.

Lowe, S., *et al.*, *100 of the World's Worst Invasive Alien Species. A Selection from the Global Invasive Species Database* (IUCN Invasive Species Specialist Group, 2004).

Martin, S. J., *The Asian Hornet (Vespa velutina) – Threats, Biology and Expansion* (International Bee Research Association and Northern Bee Books, 2018).

Mitchell, R. J., *et al.*, *The Potential Ecological Impacts of Ash Dieback in the UK* (informe n.º 483 de la JNCC, 2014).

Roy, H. E., *et al.*, «The harlequin ladybird, *Harmonia axyridis*: global perspectives on invasion history and ecology», en *Biological Invasions*, n.º 18 (2016), pp. 997-1044.

Suárez, A. V., y Case, T. J., «Bottom-up effects on persistence of a specialist predator: ant invasions and horned lizards», en *Ecological Applications*, n.º 12 (2002), pp. 291-298.

Capítulo 14. Incertezas conocidas y desconocidas

Balmori, A., y Hallberg, Ö., «The urban decline of the house sparrow (*Passer domesticus*): a possible link with electromagnetic radiation», en *Electromagnetic Biology and Medicine*, n.º 26 (2007), pp. 141-151.

Exley, C., Rotheray, E., y Goulson D., «Bumblebee pupae contain high levels of aluminium», en *PLoS ONE*, n.º 10 (2015), e0127665.

Jamieson, A. J., *et al.*, «Bioaccumulation of persistent organic pollutants in the deepest ocean fauna», en *Nature Ecology & Evolution*, n.º 1 (2017), p. 0051.

Leonard, R. J., *et al.*, «Petrol exhaust pollution impairs honeybee learning and memory», en *Oikos*, n.º 128 (2019), pp. 264-273.

Lusebrink, I., *et al.*, «The effects of diesel exhaust pollution on floral volatiles and the consequences for honeybee olfaction», en *Journal of Chemical Ecology*, n.º 41 (2015), pp. 904-912.

Malkemper, E. P., *et al.*, «The impacts of artificial Electromagnetic Radiation on wildlife (flora and fauna). Current knowledge overview: a background document to the web conference», Informe del proyecto EKLIPSE (2018).

Shepherd, S., *et al.*, «Extremely low-frequency electromagnetic fields impair the cognitive and motor abilities of honeybees», en *Scientific Reports*, n.º 8 (2018), p. 7932.

Sutherland, W. J., *et al.*, «A 2018 horizon scan of emerging issues for global conservation and biological diversity», en *Trends in Ecology and Evolution*, n.º 33 (2017), pp. 47-58.

Whiteside, M., y Herndon, J. M., «Previously unacknowledged potential factors in catastrophic bee and insect die-off arising from coal fly ash geoengineering», en *Asian Journal of Biology*, n.º 6 (2018), pp. 1-13.

Capítulo 15. Mil cosas que te pueden matar

Decker, L. E., De Roode, J. C., y Hunter, M. D., «Elevated atmospheric concentrations of carbon dioxide reduce monarch tolerance and increase parasite virulence by altering the medicinal properties of milkweeds», en *Ecology Letters*, n.º 21 (2018), pp. 1353-1363.

Di Prisco, G., *et al.*, «Neonicotinoid clothianidin adversely affects insect immunity and promotes replication of a viral pathogen in honeybees», en *Proceedings of the National Academy of Sciences*, n.º 110 (2013), pp. 18466-18471.

Goulson, D., *et al.*, «Combined stress from parasites, pesticides and lack of flowers drives bee declines», en *Science*, n.º 347 (2015), p. 1435.

Potts, R., *et al.*, «The effect of dietary neonicotinoid pesticides on nonflight thermogenesis in worker bumblebees (*Bombus terrestris*)», en *Journal of Insect Physiology*, n.º 104 (2018), pp. 33-39.

Scheffer, M., *et al.*, «Quantifying resilience of humans and other animals», en *Proceedings of the National Academy of Sciences*, n.º 47 (2018), pp. 11883-11890.

Tosi, S., *et al.*, «Effects of a neonicotinoid pesticide on thermoregulation of African honeybees (*Apis mellifera scutellata*)», en *Journal of Insect Physiology*, n.º 93-94 (2016), pp. 56-63.

Capítulo 16. El futuro que nos espera

Ghosh, A., *The Great Derangement: Climate Change and the Unthinkable* (University of Chicago Press, Chicago, 2017).

Lewis, S., y Maslin, M. A., *The Human Planet: How We Created the Anthropocene* (Pelican, Londres, 2018).

Ripple, W. J., *et al.*, «World scientists' warning to humanity: A second notice», en *Bioscience*, n.º 67 (2017), pp. 1026-1028.

Wallace-Wells, D., *El planeta inhóspito*, *op. cit.*

Capítulo 17. Concienciación

Booth, P. R., y Sinker, C. A., «The teaching of ecology in schools», en *Journal of Biological Education*, n.º 13 (1979), pp. 261-266.

Gladwell, M., *The Tipping Point: How little things can make a big difference* (Back Bay Books, Nueva York, 2002), [hay trad. cast.: *El punto clave*, Punto de Lectura, Barcelona, 2018].

Morris, J., y Macfarlane, R., *The Lost Words* (Penguin, Londres, 2017).

Ripple, W. J., *et al.*, «World scientists' warning to humanity: A second notice», en *Bioscience*, n.º 67 (2017), pp. 1026-1028.

Tilling, S., «Ecological science fieldwork and secondary school biology in England: does a more secure future lie in

Geography?», en *The Curriculum Journal*, n.º 29 (2018), pp. 538-556.

Capítulo 18. Ciudades más verdes

Aerts, R., Honnay, O., y Van Nieuwenhuyse, A., «Biodiversity and human health: mechanisms and evidence of the positive health effects of diversity in nature and green spaces», en *British Medical Bulletin*, n.º 127 (2018), pp. 5-22.

Blackmore, L. M., y Goulson, D., «Evaluating the effectiveness of wildflower seed mixes for boosting floral diversity and bumblebee and hoverfly abundance in urban áreas», en *Insect Conservation and Diversity*, n.º 7 (2014), pp. 480-484.

Cox, D. T. C., y Gaston, K. J., «Likeability of garden birds: importance of species knowledge and richness in connecting people to nature», en *PLoS ONE*, n.º 10 (2015), e0141505.

D'Abundo, M. L., y Carden, A. M., «"Growing Wellness": The possibility of promoting collective wellness through community garden education programs», en *Community Development*, n.º 39 (2008), pp. 83-95.

Goulson, D., *The Garden Jungle, or Gardening to Save the Planet* (Vintage, Londres, 2019).

Hillman, M., Adams, J., y Whitelegg, J., *One False Move: A Study of Children's Independent Mobility* (Policy Studies Institute, Londres, 1990).

Lentola, A., *et al.*, «Ornamental plants on sale to the public are a significant source of pesticide residues with implications for the health of pollinating insects», en *Environmental Pollution*, n.º 228 (2017), pp. 297-304.

Louv, R., *Last Child in the Woods; Saving Our Children from Nature Deficit Disorder* (Algonquin, Chapel Hill, NC, 2005) [hay trad. cast.: *Los últimos niños en el bosque*, Capitán Swing, Madrid, 2020].

Maas, J., *et al.*, «Morbidity is related to a green living environment», en *Journal of Epidemiology and Community Health*, n.º 63 (2009), pp. 967-973.

Monbiot, G., *Feral: Rewilding the Land, Sea and Human Life*

(Penguin, Londres, 2014), [hay trad. cast.: *Salvaje*, Capitán Swing, Madrid, 2019].

Moss, S., *Natural Childhood: A Report by the National Trust on Nature Deficit Disorder* (2012). Disponible en internet: https://nt.global.ssl.fastly.net/documents/read-our-natural-childhood-report.pdf

Mayer, F. S., *et al.*, «Why is nature beneficial?: The role of connectedness to nature», en *Environment and Behavior*, n.º 41 (2009), pp. 607-643.

Pretty, J., Hine, R., y Peacock, J., «Green exercise: The benefits of activities in green places», en *Biologist*, n.º 53 (2006), pp. 143-148.

Rollings, R., y Goulson, D., «Quantifying the attractiveness of garden flowers for pollinators», en *Journal of Insect Conservation*, n.º 23 (2019): 803-817.

Van den Berg, A. E., *et al.*, «Allotment gardening and health: a comparative survey among allotment gardeners and their neighbours without an allotment», en *Environmental Health*, n.º 9 (2010), p. 74.

Waliczek, T. M., *et al.*, «The influence of gardening activities on consumer perceptions of life satisfaction», en *HortScience*, vol. 40, n.º 5 (2005), pp. 1360-1365.

Warber, S. L., *et al.*, «Addressing "Nature-Deficit Disorder": A Mixed Methods Pilot Study of Young Adults Attending a Wilderness Camp», en *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine* (2015), artículo ID 651827.

Wilson, E. O., *Biophilia* (Harvard University Press, Cambridge, MA, 1984) [hay trad. cast.: *Biofilia*, Errata Naturae, Madrid, 2021].

Capítulo 19. El futuro de la agricultura

Badgley, C. E., *et al.*, «Organic agriculture and the global food supply», en *Renewable Agriculture and Food Systems*, n.º 22 (2007), pp. 86-108.

Baldock, K. C. R., *et al.*, «A systems approach reveals urban pollinator hotspots and conservation opportunities», en *Nature Ecology & Evolution*, n.º 3 (2019), pp. 363-373.

Edmondson, J. L., *et al.*, «Urban cultivation in allotments maintains soil qualities adversely affected by conventional agriculture», en *Journal of Applied Ecology*, n.º 51 (2014), pp. 880-889.

Gerber, P. J., *et al.*, *Tackling Climate Change Through Livestock – A Global Assessment of Emissions and Mitigation Opportunities* (Food and Agriculture Organisation of the United Nations, Rome, 2013), [hay trad. cast.: *Enfrentando el cambio climático a través de la ganadería*, Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación, Roma, 2013].

Goulson, D., *Brexit and Grow It Yourself (GIY): A Golden Opportunity for Sustainable Farming* (Colaboración en la investigación sobre alimentación, sesión informativa sobre el Brexit alimentario, 2019), https://foodresearch.org.uk/publications/grow-it-yourself-sustainable-farming/

Hole, D. G., *et al.*, «Does organic farming benefit biodiversity?», en *Biological Conservation*, n.º 122 (2005), pp. 113-130.

Lechenet, M., *et al.*, «Reducing pesticide use while preserving crop productivity and profitability on arable farms», en *Nature Plants*, n.º 3 (2017), p. 17008.

Nichols, R. N., Goulson, D., y Holland, J. M., «The best wildflowers for wild bees», en *Journal of Insect Conservation*, n.º 23 (2019), pp. 819-830.

Salud Pública de Inglaterra, «Health matters: obesity and the food environment» (2017), https://www.gov.uk/government/publications/health-matters-obesity-and-the-food-environment/health-matters-obesity-and-the-food-environment–2

Seufert, V., Ramankutty, N., y Foley, J. A., «Comparing the yields of organic and conventional agricultura», en *Nature*, n.º 485 (2012), pp. 229-232.

Van den Berg, A. E., *et al.*, «Allotment gardening and health: a comparative survey among allotment gardeners and their neighbours without an allotment», en *Environmental Health*, n.º 9 (2010), p. 74.

Willett, W., *et al.*, «Food in the Anthropocene: the EAT-*Lancet* Commission on healthy diets from sustainable food systems», en *The Lancet*, n.º 393 (2019), pp. 447-492.

Herrero, M., *et al.*, «Biomass use, production, feed efficiencies, and greenhouse gas emissions from global livestock systems», en *Proceedings of the National Academy of Sciences*, n.º 24 (2013), pp. 20888-20893.

Monbiot, G., *Salvaje*, *op. cit.*

Newbold, T., *et al.*, «Has land use pushed terrestrial biodiversity beyond the planetary boundary? A global assessment», en *Science*, n.º 353 (2016), 288-291.

Purvis, A., *et al.*, «Modelling and projecting the response of local terrestrial biodiversity worldwide to land use and related pressures: the PREDICTS Project», en *Advances in Ecological Research*, n.º 58 (2018), pp. 201-241.

Tree, I., *Wilding: The Return of Nature to a British Farm* (Picador, Londres, 2019).

Wilson, E. O., *Half-Earth: Our Planet's Fight for Life* (Norton, Nueva York, 2016) [hay trad. cast.: *Medio Planeta*, Errata Naturae, Madrid, 2017].

Notas

1. Hace aproximadamente un millón de años, apareció una criatura muy parecida a los humanos modernos, por lo que el tiempo que llevan los insectos aquí es 400 veces mayor que el que llevamos nosotros; ya eran antiguos cuando aparecieron los primeros dinosaurios (hace unos 240 millones de años) y han sobrevivido a cuatro de las cinco extinciones en masa que ha sufrido la Tierra, incluida la que mató a los dinosaurios.

2. Por favor, entienda que no estoy sugiriendo que existe un diseño inteligente realizado por un ser supremo. En este caso, con «diseñados» me refiero a la acción a ciegas de la evolución durante milenios.

3. Al ser los insectos tan numerosos y variados, siempre hay excepciones. Mientras que algunas polillas adultas no tienen componentes bucales y viven tan solo tres o cuatro días, algunos escarabajos adultos pueden vivir varios años. El récord de longevidad entre los insectos lo tienen las termitas reina, que pueden vivir hasta cincuenta años, y es posible que la cifra sea superior.

1. Las termitas serían la excepción. Podríamos decir que son vacas de seis patas en miniatura, ya que tienen una cámara intestinal especial llena de microbios que las ayudan a digerir la celulosa y otros materiales vegetales duros. Así como las bacterias del rumen de una vaca producen metano, lo mismo ocurre en el interior de las termitas, aunque los científicos no se ponen de acuerdo en cuanto a la cantidad ni tampoco tienen claro si su contribución a las emisiones de gases de efecto invernadero es algo que nos deba preocupar.

2. En aras de dar una versión más general y equilibrada, he de decir que, aunque los insectos desempeñan muchas funciones fundamentales, algunos son perjudiciales para el ecosistema. Muchos de ellos son vectores de enfermedades humanas o del ganado, son plagas de cultivos o parasitan al ganado. Las termitas realizan un valioso trabajo de descomposición de la madera muerta, pero, por ejemplo, también pueden convertirse en una dañina plaga, consumiendo, en los climas cálidos, las casas de madera.

3. Al oír la palabra «avispa», muchos piensan en las avispas sociales de rayas negras y amarillas, pero la mayoría de las especies son mucho más pequeñas, a menudo son completamente negras y no más grandes que una hormiga. Entre ellas está el insecto más pequeño del mundo, *Dicopomorpha echmepterygis*, una especie de la familia Mymaridae que mide solo 0,14 mm de largo.

4. Aunque parezca poco inteligente, es la estrategia adoptada por muchos granjeros de Norteamérica que compran abejas para polinizar sus cultivos, porque sus métodos agrícolas han provocado que las abejas silvestres residentes sean demasiado pequeñas para llevar a cabo una polinización adecuada.

1. Los jejenes son milagros en miniatura de la evolución. Para volar tienen que batir sus alas mil veces por segundo, el aleteo más veloz de todo el reino animal. Solo pican las hembras. Siguen el penacho de dióxido de carbono que liberamos al exhalar, el cual, llevado por el viento, les permite localizarnos incluso en la oscuridad. Cuando aterrizan, giran su cabeza y exponen sus afiladas y dentadas mandíbulas para clavarlas en nuestra piel de una forma que recuerda a una sierra eléctrica. Pueden consumir y transportar el doble de su peso corporal en sangre.

2. Este enfoque ingenioso pero terrorífico implica modificar el genoma del mosquito insertando una versión falsa de un gen necesario para la fertilidad de las hembras. Las que poseen solo una copia del gen defectuoso se pueden reproducir, pero si tienen las dos copias son estériles. Junto al gen falso, los científicos insertan un «impulso genético», un mecanismo que se asegura de que la descendencia herede el gen defectuoso, por lo que rápidamente este se vuelve muy común en la población. A medida que va incrementando su presencia, la proporción de individuos que heredan las dos copias del gen es mayor, por lo que más hembras son estériles. En las poblaciones de laboratorio, tras ocho generaciones, todas las hembras son estériles y, de esa forma, la población desaparece. Teóricamente, basta con liberar un solo mosquito «trucado» (o cualquier otro organismo «indeseable» que queramos eliminar, como una rata o una cucaracha) para eliminar poblaciones silvestres enteras, incluso especies enteras. Sin embargo, no está del todo claro cómo actuaría esta tecnología en el mundo real, ya que es muy posible que en las poblaciones silvestres de gran tamaño algunos individuos desarrollaran resistencia, igual que ocurre con los insecticidas.

3. Al biólogo evolutivo J. B. S. Haldane le preguntaron qué le habían enseñado sus diez décadas de investigación evolutiva sobre la naturaleza de Dios. Su respuesta, tal vez en tono de broma, fue «pues que debe de tener una desmesurada afición por los escarabajos». Podría haber añadido que también le deben gustar mucho las avispas y las moscas.

1. Si los separamos por hábitats, se han perdido más vertebrados de agua dulce, un 81 %, en comparación con el 36 % de vertebrados marinos y el 35 % de vertebrados terrestres.

2. Si tenemos en cuenta que cientos de expediciones científicas se adentran todos los años en las regiones más remotas de la Tierra, esta cifra puede parecer apenas creíble. Coja una red aérea y agítela en un bosque tropical. Es muy probable que haya capturado alguna especie nueva para la ciencia; esta es la parte fácil. La parte difícil es saber cuáles de los insectos que acaba de atrapar son los nuevos. Analizar cualquiera de esos ejemplares requerirá meses de estudio y muchas horas de observación a través del microscopio antes de poder asegurar que su espécimen no pertenece a ninguna especie del millón que ya hemos nombrado. Hay muy pocas personas que tengan los conocimientos necesarios para realizar esta clase de trabajo, por lo que, al ritmo al que se llevan a cabo actualmente estas investigaciones, tendrán que pasar cientos de años antes de que podamos decir que hemos catalogado todas las especies de insectos del mundo.

3. Los ecólogos invierten mucho tiempo en complejos análisis con los que intentan discernir si los patrones de sus conjuntos de datos podrían deberse al azar. De forma bastante arbitraria, el criterio adoptado es que, si hay más de un 5 % de probabilidades de que el patrón haya surgido por puro azar, es descartado por no ser significativo. Por el contrario, si la probabilidad de que sea por azar es menor del 5 %, entonces se trata de un patrón real. En este caso, todas las medidas del declive de insectos eran «estadísticamente significativas» menos la del número total de artrópodos presentes en las tierras boscosas.

1. Los cálculos actuales indican que estamos perdiendo entre 75.000 y 100.000 millones de toneladas de mantillo en todo el planeta cada año, siendo China y la India los dos países en los que la pérdida es mayor, seguidos de cerca por Estados Unidos. Incluso Nueva Zelanda, un país que se supone que es relativamente consciente del problema medioambiental, está perdiendo unos 192 millones de toneladas de suelo por año, una gran parte del cual corresponde a pastos sobreexplotados. Dado que la población humana de Nueva Zelanda se mantiene en torno a los 4,8 millones, la pérdida sería de 40 toneladas de suelo por persona al año. La media global estaría entre 10 y 15 toneladas de suelo perdido por persona. Esas cifras son muy preocupantes, ya que el suelo necesita miles de años para regenerarse. Las malas prácticas agrícolas dejan el suelo expuesto, la materia orgánica se oxida y se suma a las emisiones de dióxido de carbono. Además, por culpa del viento o las escorrentías, gran parte del suelo acaba en los ríos y océanos, contaminándolos y provocando que se acumule el limo.

1. Una conclusión habitual de este y otros estudios de campo es que las abejas silvestres, como los abejorros y las abejas albañiles, parecen verse más afectadas por estos pesticidas que las abejas melíferas. No sabemos exactamente por qué es así, pero una teoría que cuenta con bastante aceptación es que el tamaño mayor de las colonias de abejas melíferas, las cuales pueden albergar hasta cincuenta mil obreras, hace que puedan seguir adelante a pesar de perder unas cuantas por culpa de la acción de los pesticidas. En cambio, las colonias de abejorros tienen, como mucho, unos pocos cientos de obreras, mientras que en el caso de las abejas albañiles la hembra se encarga ella sola del cuidado del nido, por lo que, si le ocurre cualquier cosa, el nido estará condenado.

2. La capilaridad es la tendencia de los líquidos a fluir a través de espacios pequeños, aunque sea en dirección ascendente, porque la cohesión intermolecular es menor que la adhesión del líquido con el material del tubo. La capilaridad explica por qué los pañuelos de papel absorben los líquidos derramados y por qué la cera líquida sube por la mecha de una vela.

3. Una investigación realizada en el laboratorio de Geri Wright, en Newcastle, llegó a la conclusión de que las abejas eran fisiológicamente incapaces de detectar el sabor o el olor de los neonicotinoides. Sin embargo, si se les da a elegir entre dos comederos con solución azucarada, uno con neonicotinoides y el otro sin, acababan eligiendo el envenenado. Algunos científicos interpretaron esto como una prueba de que las abejas podían volverse adictas al pesticida, de la misma forma que un fumador se engancha a la nicotina.

4. Tanto las abejas como los abejorros tienen canastas de polen, pero otras especies de abejas lo transportan de otras formas. Por ejemplo, las abejas del género *Hylaeus* se tragan el polen y lo regurgitan en sus nidos, mientras que las abejas albañiles y las cortadoras de hojas lo portan en sus panzas peludas.

5. Los pesticidas suelen tener nombres impronunciables y difíciles de recordar. Matt Sharlow, CEO de Buglife, una organización benéfica que lucha por la conservación de los insectos, tiene una teoría al respecto. Según él, es una táctica deliberada para desalentar el debate público sobre ellos.

6. Otro estudio suizo aportó más pruebas de la naturaleza penetrante de estos pesticidas. En este caso, analizaron las plumas de los gorriones comunes suizos para ver si tenían neonicotinoides. Obtuvieron muestras de varios cientos de pájaros, algunos de los cuales vivían en granjas ecológicas, y el resultado fue que en todos los casos encontraron al menos un neonicotinoide. Mientras tanto, investigadores estadounidenses descubrieron que las dosis habituales de neonicotinoides reducen el peso corporal y las habilidades de navegación de los gorriones corona blanca migratorios.

7. Al igual que ocurre con los humanos, y probablemente con casi todos los animales, en el intestino de las abejas viven comunidades complejas de bacterias simbiontes. La perturbación de estas comunidades puede afectar profundamente a su salud.

8. Estos ingredientes llamados «inertes» no son sometidos a las mismas pruebas que los ingredientes «activos», pero pruebas recientes indican que los efectos combinados de la mezcla pueden ser mucho más tóxicos que los provocados por el ingrediente «activo» por sí solo. Las fórmulas de los pesticidas que contienen mezclas de ingredientes activos e inertes que se venden a los agricultores suelen tener nombres comerciales dramáticos, poderosos o a veces simplemente extraños. Una de las fórmulas más conocidas contiene glifosato y suele ser conocida como Roundup. Otras fórmulas son Shadow, Cruiser, Mavrik, Advocate e incluso Gandalf (este último es un insecticida piretroide). Dudo que J. R. R. Tolkien lo aprobara.

1. Me alegra poder decir que en mi jardín tengo cardos cundidores, palustres, comunes y lanudos.

2. Por regla general, todos los estudios científicos están sujetos a un proceso de revisión por pares antes de ser publicados. Los autores del estudio envían su trabajo a la publicación y el editor les pide al menos a dos expertos independientes que evalúen la calidad del trabajo, casi siempre de forma anónima. El sistema no es perfecto, ya que siempre se puede colar algún error, pero, en general, los artículos revisados por pares son mucho más fiables que los informes y estudios que no han pasado por este proceso.

1. Este inusual comercio dio más de una falsa alegría a los arqueólogos que, de repente, descubrieron antiguas puntas de flecha egipcias en un campo escocés. Eso dio pie a especular sobre si el imperio egipcio se propagó mucho más lejos de lo que se creía o si alguna expedición militar llegó tan al norte. Todas esas especulaciones acabaron cuando salieron a la luz registros del agricultor propietario de esas tierras en los que aparecía la compra en 1880 de gatos egipcios triturados para ser utilizados como abono. Lo que nunca se ha explicado es la razón por la que las puntas de flecha se mezclaron con los gatos.

2. Lawes convirtió la finca de su familia en un centro de investigación agrícola. En la actualidad, Rothamsted es la estación más antigua que queda. En 1856 puso en marcha un experimento que consistía en evaluar los efectos de los fertilizantes sobre la producción de heno. Desde entonces, no se ha interrumpido la recogida de datos, por lo que se ha convertido en uno de los experimentos científicos más largos jamás realizados.

3. En inglés se la conoce comúnmente como *wall butterfly*. (*N. del t.*)

1. El propio trébol rojo fue introducido en Nueva Zelanda desde Europa como forraje para el ganado y como planta fijadora de nitrógeno que aumenta la fertilidad del suelo, algo muy importante, pues, por entonces, los fertilizantes artificiales no eran baratos. Los agricultores británicos que se establecieron en Nueva Zelanda no entendían al principio por qué su trébol no daba semillas. Eso les obligaba a importarlas desde Europa, un gasto añadido nada desdeñable. R. W. Fereday, un abogado que había emigrado recientemente desde Inglaterra, descubrió la causa del problema cuando visitó la granja de su hermano en la década de 1870, lo que le llevó a importar una selección de abejorros de Inglaterra. La historia completa la puede encontrar en mi libro *Una historia con aguijón*.

1. Es fácil reírse de esto, pero tiene una vertiente bastante seria. En el Reino Unido existe una Sociedad Terraplanista, con sucursales en Canadá e Italia. Sus miembros creen que la Tierra es un disco, cuyo agujero central es el polo norte y la Antártida es realmente una protuberancia de 45 metros de altura que circunda el borde exterior del disco. Según ellos, existe una conspiración mundial orquestada por los gobiernos para convencernos de que la Tierra es esférica. La cámara de eco de las redes sociales parece fomentar estas locas creencias, así que el número de socios ha seguido creciendo en los últimos años. Actualmente son más de 500 (aunque me da a mí que no todos ellos son serios). Sin embargo, debería preocuparnos el hecho de que un número significativo de personas pueda llegar a creer algo que, obviamente, carece de sentido, por lo que me pregunto si también podría prosperar una conspiración bien fundada (por ejemplo, el amaño de unas elecciones o el lavado de imagen verde de las acciones que dañan el medioambiente).

2. Para situarlo en contexto, las emisiones totales de dióxido de carbono procedentes de la quema de los combustibles fósiles fueron, en 1997, de unas 24 gigatoneladas, por lo que estos incendios de turba añadieron, por sí solos, un 10 % a la cantidad global.

3. En el momento en que escribo estas líneas, noviembre de 2020, el mundo está confinado debido a la epidemia de coronavirus. Es posible que esto suponga una leve y temporal reducción en las emisiones de gases de efecto invernadero.

1. Puede leer más sobre esta y otras teorías en mi anterior libro, *The Garden Jungle*.

1. La chinche parda marmorada pertenece a una familia de insectos (parientes de los áfidos), los pentatómidos, conocidos en el Reino Unido como *shield bugs* (bichos escudo) por la similitud de su forma con la de un escudo heráldico. En Estados Unidos utilizan otro nombre menos entrañable, *stink bugs* (bichos hediondos), por los fluidos malolientes que exudan cuando son molestados o atacados.

2. Las hormigas argentinas son las únicas que forman inmensas «megacolonias» que pueden ocupar cientos de kilómetros y contener billones de individuos. Esto podría explicar su capacidad para desplazar al resto de las especies de hormigas. En la mayoría de las especies, las colonias son muy territoriales y luchan entre sí, a menudo hasta la muerte. En cierto sentido, ellas mismas son, literalmente, su peor enemigo. En cambio, las hormigas argentinas carecen de variabilidad genética, por lo que son incapaces de distinguir a sus compañeras de nido de los miembros de las colonias vecinas. El resultado es que se comportan como una única población, más o menos armoniosa, en la que hay muchas reinas. En concreto, una megacolonia de Europa se extiende a lo largo de 6.000 kilómetros desde la costa atlántica a la mediterránea, desde Portugal a Italia.

3. Puede que el lector se pregunte por qué especies como la hormiga argentina parecen vivir en relativa armonía con otras especies en su hábitat nativo. La respuesta es que están controladas por depredadores y patógenos que dejan atrás cuando invaden nuevas regiones y también porque, en su hábitat nativo, el resto de las especies han tenido milenios para adaptarse a su presencia.

1. ARN es el acrónimo de ácido ribonucleico. El ARN es un primo del ADN (ácido desoxirribonucleico), y también puede almacenar información genética.

1. La campaña electoral del Reino Unido de diciembre de 2019 provocó una guerra de ofertas entre partidos políticos para ver cuál de ellos prometía plantar más árboles. Fue bien recibida, pero al mismo tiempo daba la impresión de que estaba mal concebida y que era simbólica, ya que parece poco probable que se cumpla.

2. Criar aves para que luego sean cazadas es una actividad enormemente ineficiente y perjudicial para el medioambiente. Alrededor del 60 % de los faisanes criados, unos 21 millones de aves, nunca reciben un disparo, pero mueren por culpa de alguna enfermedad, de hambre, atropellados por algún coche o se los come algún zorro u otro depredador. Además, es muy probable que esa estrategia esté haciendo que las poblaciones de depredadores crezcan de una forma no natural, lo que tendrá otros efectos secundarios en nuestros ecosistemas.

3. Quiero agradecer aquí el importantísimo papel que desempeñan las personas mayores en el mundo de la conservación, ya que muchas de ellas forman parte de organizaciones ecologistas benéficas y participan en voluntariados, campañas de registro de datos, etc.

1. Para conocer más detalles sobre cómo podríamos «resilvestrar» nuestros jardines y lograr que nuestras áreas urbanas sean más verdes, lea mi libro *The Garden Jungle*.

2. La organización benéfica británica Caring for God´s Acre defiende el cuidado de la vida silvestre en los terrenos de nuestras iglesias y cementerios.

3. En los últimos cincuenta años, los europeos y los estadounidenses se han convertido en personas menos activas. Queman, de media, 500 kilocalorías menos por día como consecuencia de la proliferación de trabajos de oficina a los que suelen llegar conduciendo su coche en lugar de ir andando o en bicicleta. Además, suelen utilizar ascensores en lugar de subir escaleras. Según el Instituto de Estudios Políticos del Reino Unido, en 1971, el 80 % de los niños de entre siete y ocho años iban caminando a la escuela, a menudo solos o con sus amigos, mientras que, en 1990, lo hacían menos del 10 % y casi todos ellos iban acompañados de sus padres. Se ha calculado que, en el Reino Unido, los problemas de salud y los días de trabajo perdidos debido a los estilos de vida sedentarios cuestan a la economía nacional unos 10.000 millones de libras al año.

1. En España, el suelo dedicado a agricultura ecológica en 2021 suponía un 10 % del total de superficie agraria útil. (*N. del t.*)

2. Aunque hay personas que abogan por una dieta vegetariana o vegana, es positivo incluir pequeñas cantidades de carne en una dieta omnívora, tanto por cuestiones de salud como por el hecho de que contar con unas pocas cabezas de ganado que se cría en el campo puede ser valioso en los sistemas agrícolas sostenibles y de pocos insumos. El estiércol que producen es una importante fuente de nutrientes para los agricultores ecológicos y su labor de pastoreo puede ser también una herramienta importante para promover la biodiversidad.

3. Para aquellos que no están familiarizados con el término inglés (*allotments*), se trata de pequeñas parcelas de tierra que suelen estar disponibles por un alquiler barato anual y que están destinadas a proporcionar espacio para el cultivo de hortalizas y frutas para aquellos que no tienen acceso a un huerto propio. Son muy comunes en muchos países europeos. En Estados Unidos se conocen como *community gardens*.

4. Puede que usted esté pensando que es imposible tener manzanas cultivadas en el Reino Unido, por ejemplo, en abril, pero, eligiendo la variedad adecuada y utilizando las técnicas más modernas de almacenamiento, es perfectamente posible tener jugosas manzanas de cosecha propia los doce meses del año.

5. Mientras que el coste de carbono que supone transportar alimentos por tierra o mar es relativamente bajo, hacerlo en avión (por ejemplo, traer uvas desde Sudáfrica) es mucho peor para el medioambiente y es algo que deberíamos reducir o eliminar.

6. Durante los años previos al Brexit, el Reino Unido subvencionó su agricultura con 3.500 millones de libras por año, pero se cree que esta cifra cambiará cuando implante su propia política agraria.

1. El autor hace referencia a uno de los versos del poema «Jerusalem (And did those feet in ancient time)», de William Blake, publicado en 1808. (*N. del t.*)

1. Los BeeWalks son unos programas de seguimiento de abejorros, llevados a cabo por voluntarios a los que se conoce como BeeWalkers, que recorren una vez al mes, entre marzo y octubre, unas rutas determinadas para contar e identificar abejorros. Puede encontrar más información en https://www.bumblebeeconservation.org/beewalk/ (*N. del t.*)

Planeta silencioso. Las consecuencias de un mundo sin insectos
Dave Goulson

La lectura abre horizontes, iguala oportunidades y construye una sociedad mejor.
La propiedad intelectual es clave en la creación de contenidos culturales porque sostiene el ecosistema de quienes escriben y de nuestras librerías.
Al comprar este ebook estarás contribuyendo a mantener dicho ecosistema vivo y en crecimiento.
En **Grupo Planeta** agradecemos que nos ayudes a apoyar así la autonomía creativa de autoras y autores para que puedan seguir desempeñando su labor.
Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos) si necesita reproducir algún fragmento de esta obra.
Puede contactar con CEDRO a través de la web www.conlicencia.com o por teléfono en el 91 702 19 70 / 93 272 04 47

Título original: *Silent Earth. Averting the Insect Apocalypse*

© Dave Goulson, 2021

© de la traducción, Pedro Pacheco González, 2023

© del diseño e ilustración de la cubierta, Kristen Meyer

© Editorial Planeta, S. A., 2023
Av. Diagonal, 662-664, 08034 Barcelona (España)
Crítica es un sello editorial de Editorial Planeta, S. A.
www.ed-critica.es
www.planetadelibros.com

Primera edición en libro electrónico (epub): abril de 2023

ISBN: 978-84-9199-543-2 (epub)

Conversión a libro electrónico: Realización Planeta

¡Encuentra aquí tu próxima lectura!

¡Síguenos en redes sociales!